

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Навчально-науковий інститут заочної та післядипломної освіти
Кафедра геодезії і геоінформатики

Кваліфікаційна (дипломна) робота

освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **«ТОПОГРАФІЧНЕ ЗНІМАННЯ В МАСШТАБІ 1:2000 ДЛЯ
РОЗРОБКИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ СЕЛА СТАРИЧІ
НОВОЯВОРИВСЬКОЇ ОТГ ЯВОРИВСЬКОГО РАЙОНУ»**

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Виконав: студентка групи ЗВ-21 маг

Ляшкевич С.А.

Науковий керівник: к.е.н., доцент

Рій І.Ф.

Рецензент: _____

Львів 2022

Топографічне знімання в масштабі 1:2000 для розробки генерального плану села Старичі Новояворівської ОТГ Яворівського району. Ляшкевич С.А. Кваліфікаційна робота. Кафедра геодезії та геоінформатики. – Львівський національний університет природокористування, 2022.

76 с. текстової частини, 15 таблиць, 21 рисунок, 22 літературних джерел, презентація.

У роботі представлені основні фізико-географічні дані та властивості про об'єкт знімання, наведено основні відомості про розробку та затвердження генерального плану населеного пункту. Розглянуто технологію створення планових висотних основ для проведення аерозйомки та створення на основі них цифрових планів та карт. Для топографічної зйомки проведено розрахунок точності побудови інженерно-геодезичної основи для великомасштабної зйомки, а саме: розрахунок точності ходів полігонометрії 4 класу та 1,2 розрядів. Запропоновано порядок проведення аерофотозйомки БПЛА. Вибрані та обгрунтовані місця для розміщення розпізнавальних знаків встановлені та призначені для аерофотозйомки. Наведено переваги використання безпілотних літальних апаратів по відношенню до традиційних методів аерофотознімання з використанням традиційних контактних методів наземного знімання, а саме: скорочення витрат часу на топографічні роботи, можливості не залежно від масштабу зальоту створення різних масштабів планів місцевості;

Для обробки результатів зйомок за допомогою програми DigitalS виготовлено топографічний план села Старичі Яворівського району масштабу 1:2000.

У роботі запропоновано заходи щодо покращення охорони навколишнього середовища на цій території. Також були розглянуті аспекти техніки безпеки та безпеки під час топографо-геодезичних польових робіт.

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
1	ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГЕНЕРАЛЬНІ ПЛАНИ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ	7
2	ОСНОВНІ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ВІДОМОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ	16
3	СТВОРЕННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ МАСШТАБУ 1:2 000	19
3.1	Принципи створення планів масштабу 1:2 000	19
3.2	Розрахунок точності побудови геодезичної основи	23
3.3	Проектування геодезичної основи	25
3.4	Вибір, розміщення та маркування розпізнавальних знаків	36
3.5	Створення планово-висотного обґрунтування для виконання стереотопографічного знімання та виготовлення цифрових планів	49
3.6	Створення топографічного плану 1:2000 для села Старичі Новояворівської ОТГ	57
4	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	62
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ	66
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	72
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	74

ВСТУП

Основою для прийняття великої кількості технічних і управлінських рішень (особливо в сфері землеустрою та будівництва) є топографічні плани місцевості. З цих досліджень починається, в тому числі, розробка генерального плану села і населеного пункту будь-якого іншого типу.

Основним містобудівним документом на місцевому рівні є генеральний план населеного пункту. Його основним завданням є регулювання довгострокової стратегії планування розвитку території населеного пункту. Цей документ має бути затверджений враховуючи інтереси місцевої влади та держави, а також інтересів людей, які проживають на даній території. Існують різні нюанси затвердження плану забудови різних населених пунктів, але всі вони мають одне спільне: це топографічна основа, топографічний план масштабу 1:2000.

Топографічна зйомка є основним етапом складання плану просторового розвитку. Топографічна зйомка – це серія робіт, які включають: розробку різноманітних існуючих на момент розробки плану просторового забудови та, можливо, тих, які повністю або частково втратили чинність карт та архівних планів; Розділ мережі стрілецьких опорних пунктів; геодезичні виміри для визначення проєкційних і висотних координат об'єктів у ситуації; Робота з пошуку маршрутів (за наявності, буде вилучена ділянка підземного трубопроводу та кабельних комунікацій); розрахункова обробка зібраних польових даних; Створення топографічного плану та підготовка технічного звіту.

Планування генеральних планів разом із проектуванням усієї інфраструктури (магістралі, водопостачання, водовідведення, каналізація, газифікація тощо) сприяє зменшенню площ ріллі та запобігає стихійній забудові від недотримання санітарних, екологічних та протипожежних вимог та правил.

Відсутність генеральних планів територіального розвитку більшості сільських населених пунктів перешкоджає довгостроковому розвитку окремих районів та областей, що призводить до неможливості планування та розвитку цих територій.

В процесі написання кваліфікаційної роботи використано такі методи досліджень: балансовий; статистичний; розрахунково-конструктивний; монографічний.

Містобудівна документація згідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» розробляється на паперових і електронних носіях на оновленій картографічній основі в цифровій формі, як набори профільних геопросторових даних у державній геодезичній системі координат УСК-2000 і єдиній системі класифікації та кодування об'єктів будівництва для формування баз даних містобудівного кадастру.

1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГЕНЕРАЛЬНІ ПЛАНИ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Мета розробки генерального плану просторового розвитку: обґрунтування довгострокової стратегії планування, забудови та іншого використання земель під забудову; зміна меж населених пунктів; встановлення умов та обмежень використання земель міського призначення; адаптація містобудівної документації до чинних нормативних актів.

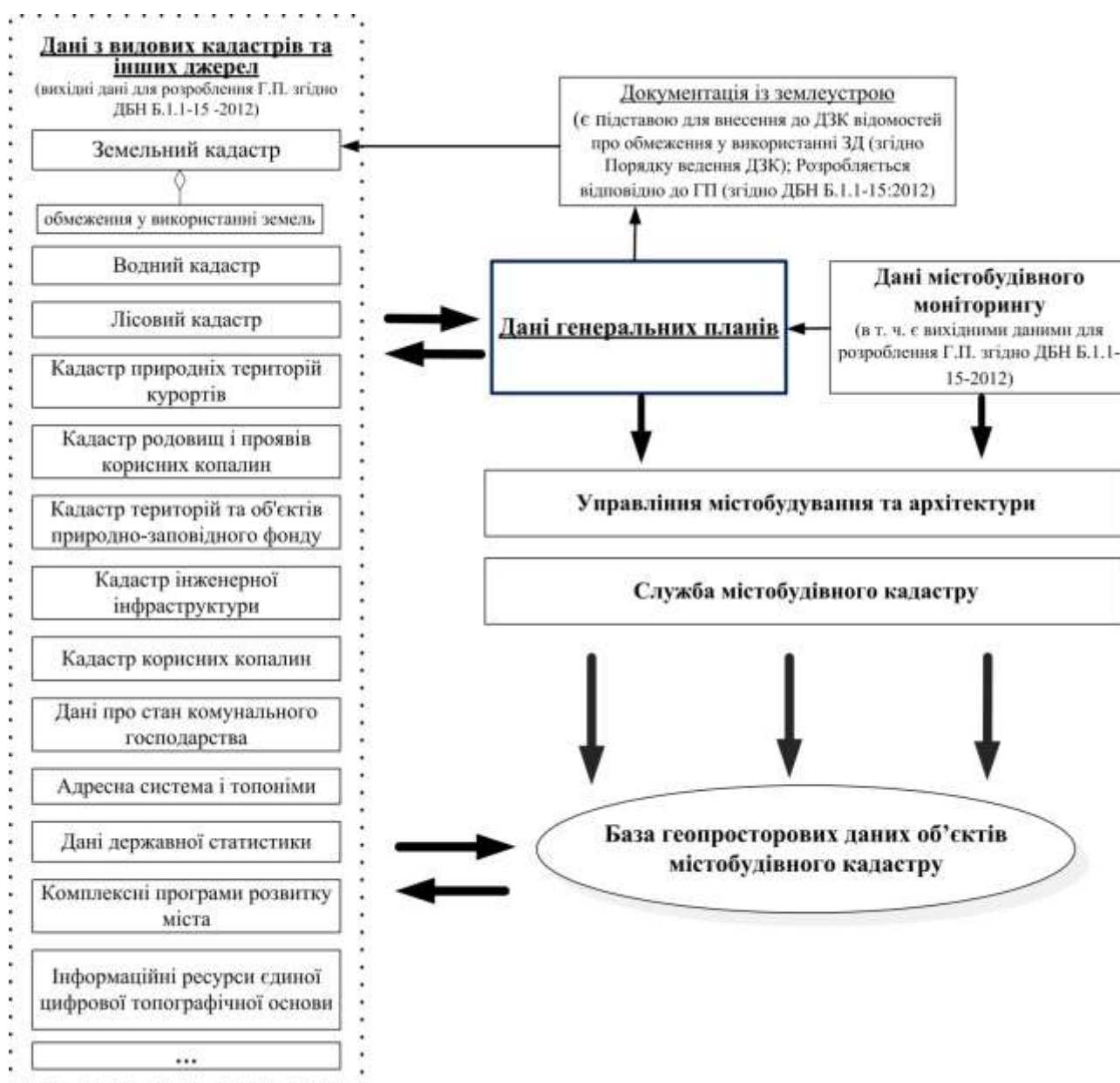


Рис. 1.1. Узагальнена схема формування та використання інформаційних ресурсів містобудівного кадастру в контексті генерального плану

Генеральний план (ГП) – це документ, який містить важливу інформацію про населений пункт, оскільки є основним видом містобудівної документації з планування території населеного пункту, призначеним для обґрунтування (розроблення та реалізації) довгострокової політики органу місцевого самоврядування в питаннях використання і забудови території.

У сучасних правових та економічних умовах ГП виступає як механізм ув'язки різнорідних інтересів трьох головних учасників містобудівної діяльності: суб'єктів економіки, влади та населення. Генеральний план повинен забезпечити координування та партнерство реальних бізнес-проектів з міськими соціальнокультурними програмами в рамках об'єднуючої стратегії сталого розвитку. Процеси формування, актуалізації та використання даних генеральних планів об'єктивно вимагають забезпечення тісної взаємодії усіх суб'єктів інформаційного процесу означених сфер. Тому генеральний план повинен бути частиною інфраструктури геопросторових даних населеного пункту, що ґрунтується на геоінформаційних технологіях та дозволяє ефективно реалізувати оперативний зв'язок між різними наборами та базами даних, що ведуться окремими галузевими установами та організаціями.

Першочерговим завданням на шляху створення такого генерального плану є зведення множини даних до уніфікованої моделі, яка забезпечує створення й зберігання геопросторових даних містобудівних проектних рішень як в файлових форматах інструментальних ГІС, так і в середовищі універсальних систем керування базами даних (СКБД).

Послідовність виконання робіт з розроблення генерального плану або змін до нього. Виконання робіт з розроблення генерального плану або змін до нього регулюється нормами Закону та Порядку.

Генеральні плани населених пунктів та зміни до них розглядаються і затверджуються відповідними сільськими, селищними, міськими радами на чергових сесіях протягом 3 місяців з дня їх подання.

Обмеження у використанні земель, що можуть встановлюватись генеральним планом населеного пункту Класифікація обмежень:

Клас 1. Обмеження у використанні земель, що можуть встановлюватися комплексним планом просторового розвитку території ТГ, генеральним планом населеного пункту, детальним планом території щодо:

- ✓ території в червоних лініях;
- ✓ території в зелених лініях;
- ✓ території в блакитних лініях;
- ✓ території в жовтих лініях;
- ✓ території в лініях регулювання забудови.

Клас 2. Обмеження у використанні земель, що можуть встановлюватися комплексним планом просторового розвитку території ТГ, генеральним планом населеного пункту, детальним планом території згідно до нормативних розмірів, визначених законами, підзаконними актами, державними будівельними нормами та санітарними правилами щодо:

- ✚ охоронної зони довкола (вздовж) об'єкта транспорту;
- ✚ охоронної зони довкола (вздовж) об'єкта зв'язку;
- ✚ охоронної зони довкола (вздовж) об'єкта енергетичної системи;
- ✚ санітарно-захисної зони довкола об'єкта;
- ✚ санітарної віддалі (розриву) від об'єкта;
- ✚ санітарно-захисної смуги об'єкта водопостачання;
- ✚ першого поясу зони санітарної охорони джерел та об'єктів централізованого питного водопостачання (суворого режиму);
- ✚ водоохоронної зони;
- ✚ прибережної захисної смуги вздовж річок, довкола водойм та на островах;
- ✚ прибережної захисної смуги вздовж морів, морських заток і лиманів та на островах у внутрішніх морських водах;
- ✚ берегової смуги водних шляхів, пляжної зони
- ✚ території, до складу якої входять земельні ділянки, необхідні для розміщення об'єктів, щодо яких згідно до закону може здійснюватися примусове відчуження земельних ділянок з мотивів суспільної необхідності.

Таблиця 1.1

Етапи розробки генерального плану та порядок розгляду та
затвердження

№	Етапи розробки	Орган, що приймає рішення
1	Прийняття рішення щодо необхідності розроблення генерального плану або внесення до нього змін	виконавчі органи сільської, селищної, міської ради, Київська та Севастопольська МДА (замовник) спільно з уповноваженими органами містобудування та архітектури, інші органи державної влади. <i>(У разі виникнення державної необхідності рішення щодо доцільності внесення змін до генерального плану населеного пункту приймається КМУ)</i>
2	Прийняття рішення про розроблення генерального плану або внесення до нього змін	рішення сесії сільської, селищної, міської ради
3	Оприлюднення рішення про початок розроблення генерального плану або внесення змін до нього (через місцеві засоби масової інформації повідомляється про початок розроблення генерального плану населеного пункту та визначають порядок і строк внесення пропозицій до нього фіз/юр особами)	Замовник
4	Визначення розробника ГП або внесення змін до нього та укладання договору з урахуванням положень, згідно до законодавства	Замовник
5	Складання разом із розробником та затвердження проекту завдання на розроблення генерального плану або внесення до нього	Замовник, розробник, архітектурно-містобудівельні ради відповідного рівня
6	Надання розробнику оновленої картографічної основи, складеної згідно до вимог законодавства	Замовник
7	Звернення до обласної державної адміністрації, Ради міністрів Автономної Республіки Крим (для міст обласного та республіканського Автономної Республіки Крим значення), Міністерства розвитку громад та територій України	Замовник

	(для міст Києва та Севастополя) щодо визначення державних інтересів	
8	Надання розробнику вихідних даних, а також вимог щодо розміщення об'єктів державного й регіонального значення або доручення щодо їх збирання	Замовник
9	Забезпечення проведення громадських слухань щодо врахування громадських інтересів у проекті містобудівної документації на місцевому рівні	Замовник
10	Здійснення контролю за розробленням або внесенням змін до генерального плану	Замовник
11	Узгодження проекту генерального плану з органами місцевого самоврядування, що представляють інтереси суміжних територіальних громад, в частині врегулювання питань щодо територій спільних інтересів	Замовник
12	Подання проекту генерального плану на розгляд архітектурно-містобудівної ради	Замовник
13	Подання ГП міста експертній організації для проведення експертизи	Замовник
14	Затвердження генерального плану	Рішенням сесії сільської, селищної, міської ради
15	Оприлюднення генерального плану на сайті органу місцевого самоврядування, у формі відкритих даних, на єдиному державному веб-порталі відкритих даних, у місцевих періодичних друкованих ЗМІ, у загальнодоступному місці у приміщенні органу місцевого самоврядування	Сільська, селищна або міська ради

При розробленні генерального плану враховують:

- а) Генеральну схему планування території України [5];
- б) схеми планування окремих частин території України, Автономної Республіки Крим, областей, районів та їх окремих частин;
- в) стратегії, прогнози і програми економічного, демографічного, екологічного, соціального розвитку певної території;

г) чинну містобудівну документацію на місцевому рівні та проектну документацію;

д) інформацію містобудівного, земельного та інших кадастрів [12];

е) інвестиційні наміри юридичних і фізичних осіб щодо забудови та іншого використання території;

ж) спеціалізовані схеми, проекти і програми розвитку інфраструктури населеного пункту, безпеки та організації дорожнього руху, охорони навколишнього природного середовища, охорони та збереження об'єктів культурної спадщини тощо.

Дана міська документація є частиною системи моніторингу інформаційних ресурсів розвитку території та має важливе значення для муніципалітету для регулювання містобудівної діяльності та раціонального та ефективного використання земель, у тому числі для створення сучасних технологій міського кадастру.

Генеральний план визначає основні принципи і напрямки планувальної організації та функціонального призначення території, формування системи громадського обслуговування населення, організації вулично-дорожньої та транспортної мережі, інженерного обладнання, інженерної підготовки і благоустрою, цивільного захисту території та населення від небезпечних природних і техногенних процесів, охорони навколишнього природного середовища, охорони та збереження культурної спадщини та традиційного характеру середовища історичних населених пунктів, а також послідовність реалізації рішень, у тому числі етапність освоєння території.

Генеральні плани населених пунктів розроблюють на підставі завдання на розроблення генерального плану населеного пункту.

Для населених пунктів з чисельністю населення до 50 тисяч осіб генеральні плани можуть поєднуватися з детальними планами території таких населених пунктів на підставі завдання. Згідно до затвердженого генерального плану розробляють плани зонування території (зонінг), детальні плани територій, програми соціально-економічного розвитку, галузеві схеми розвитку

інженерно-транспортної інфраструктури, документацію із землеустрою, проектну документацію на будівництво.

План зонування території може розроблятися у складі генерального плану цього населеного пункту [4], що зазначають у завданні на розроблення генерального плану населеного пункту.

План зонування території може розроблятися і як окрема містобудівна документація після затвердження генерального плану [4].

Термін дії плану забудови населеного пункту не обмежений [4]. Основні показники генерального плану забудови садиби розраховані на термін 15-20 років (терміни вказані в завданні). Розрахункові показники генерального плану, що базуються на демографічному і соціально-економічному прогнозах, є орієнтовними. У рамках генерального плану етап розрахунку також можна розділити від 3 до 7 років з кошторисом вартості його виконання, а також скласти план «червоної лінії» з окремими специфікаціями.

У складі генерального плану згідно до завдання може розроблятися концепція розвитку населеного пункту.

Розділ "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)" на особливий період розробляється у складі генерального плану. "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)" на мирний час розробляють як окремий документ за окремим завданням згідно до ДБН В.1.2-4 та ДБН Б.1.1-5.

Історико-архітектурний опорний план, межі та режими використання зон охорони пам'яток культурної спадщини розробляють згідно до ДБН Б.2.2-3 та ДБН Б.2.2-2 за окремими завданнями.

План зонування (зонінг) розробляють згідно до ДСТУ-Н Б Б.1.1-12 за окремим завданням. План земельно-господарського устрою території населеного пункту розробляється згідно з основним кресленням ГП. Склад та зміст плану земельно-господарського устрою населеного пункту регламентується відповідною нормативною документацією з питань здійснення

землеустрою. Затверджений план землеустрою стає складовою частиною ГП населеного пункту.

Розроблення генерального плану, внесення змін до нього здійснюють на актуалізованій картографічній основі у цифровій формі, як набір профільних геопросторових даних у МСК, що має зв'язок із ДСК УСК-2000 [4].

Генеральний план населеного пункту складається з текстових та графічних матеріалів. До складу текстових матеріалів включаються: пояснювальна записка; основні положення генерального плану. Пояснювальна записка містить такі розділи: Вступ; Аналітична частина; Обґрунтування та пропозиції; Додатки. Пояснювальну записку оформляють у зведений том або окремі томи за розділами генерального плану. Матеріали генерального плану передають замовнику у кількості трьох примірників, у тому числі один примірник кольорових графічних матеріалів, а також на електронних носіях у форматі, визначеному у завданні.

Вихідним масштабом форм картографічної основи для створення містобудівної документації визначених масштабів є масштаб М 1:2000.

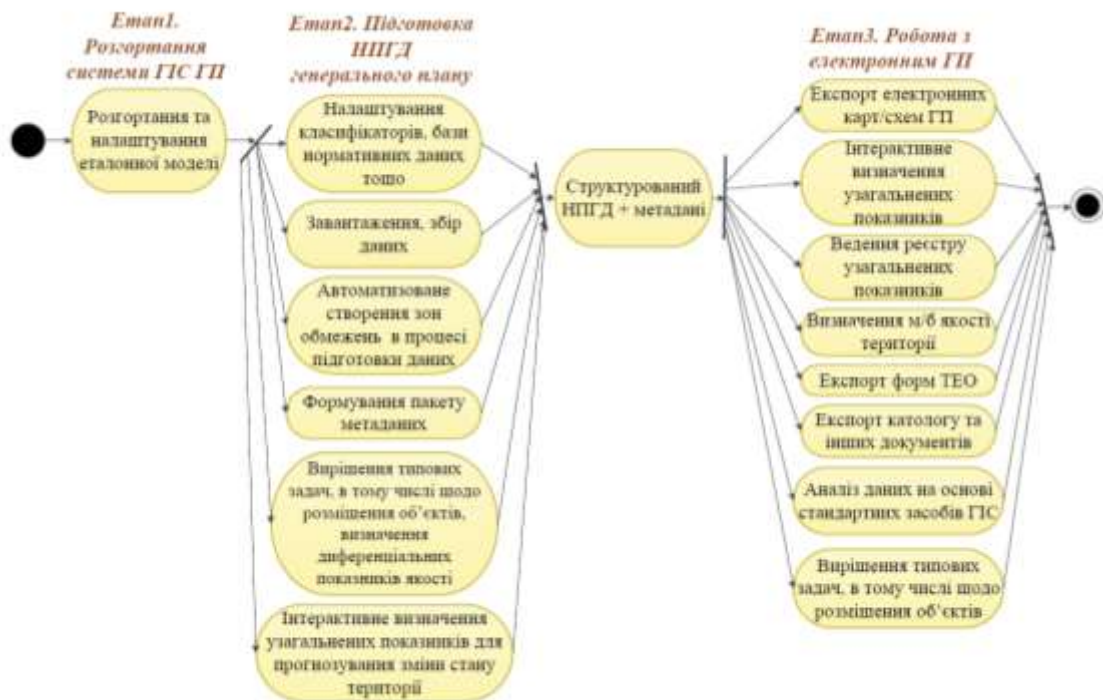


Рис. 3.26. Узагальнена схема роботи з геоінформаційною системою генерального плану

Рис 1.2 Схема роботи з геоінформаційною системою генерального плану



Рис.1.3 Схема переваг використання об'єктно-орієнтованої моделі геопросторових даних генерального плану для підготовки наборів профільних геопросторових даних

Але в більшості випадків традиційна графічна частина генерального плану подається як електронні версії паперових креслень, цифрові моделі яких відтворюють умовні графічні зображення об'єктів, а не їх комплексні інформаційні моделі як сукупність просторових і непросторових властивостей та відношень (логічних, функціональних і просторових зв'язків) між об'єктами.

2. ОСНОВНІ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ВІДОМОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

Старичі - одне з найбільших та найгарніших сіл Яворівщини. В ньому проживає більше 3500 жителів. Щодо походження назви населеного пункту, то є декілька думок. До радянських час воно називалося Стариська, що вказує на виникнення на місці давнього поселення нового. Поруч з цим не слід відкидати версії про походження від слова «струмінь». Від останнього походять назви багатьох географічних об'єктів на теренах Галичини і Волині: Стрий, Стратин, Стир, Стрипа та інші.

Село розташоване в лісистій місцевості за бкілометрів на північ від знаменитого курорту, тепер санаторію Шкло.

Певне явлення про давнє минуле Старич можна зробити на основні результатів археологічних знахідок. В селі і на околицях в різний час виявлялися численні уламки глиняного посуду ручної роботи, який відноситься до залізного віку. В XI-XII ст. через село пролягав шлях з Волині на Перемишль. Дещо пізніше сюдою справді возили сіль. В судових актах Львова 1466 р. зафіксована про напад жителями Шкла в Стариськах на якогось купця Якова, що їхав до Городка.

Старичі відомі як місце великомасштабного страйку працівників деревного промислу. Розпочався він у грудні 1936 р. і протривав майже місяць, доки не були задоволені вимоги протестувальників. Окрім робітників у страйку взяли участь жителі навколишніх сіл, які працювали на лісових вирубках та здійснювали транспортування деревини.

В час радянської окупації поблизу села були виявлені значні поклади каоліну. У 1963 р. в населеному пункті було побудовано керамзитовий завод.

Ще в польський час в околицях м. Яворова було облаштовано полігон. За часів СРСР його було значно розширено, ряд сіл стерто з лиця землі, а людей переселено в навколишні населені пункти або в південні райони Одещини. В Старичах зараз знаходиться Міжнародний центр миротворчості та безпеки.

Історія церкви в Стариськах (Старичах) має, за найскромнішими підрахунками, півтисячну історію. Існуючий дерев'яний храм та таку ж дзвіницю зведено в 1876 р. Старицька церква Різдва Пресвятої Богородиці це – велика триверха тризрубна будівля. Церкви будували ті ж самі народні зодчі, що й в селі Верблянах, тому зовні обидва храми мають багато ознак подібності.

Клімат. За природно – сільськогосподарським районуванням територія сільської ради знаходиться в межах Яворівського сільськогосподарського району Мало - Поліського округу Західного Полісся (Шифр II – III - 05), який характеризується атлантико – континентальним кліматом з високою зволоженістю, м'якими зимами та помірно – теплим літом.

За багаторічними спостереженнями Яворівської метеорологічної станції середньорічна температура повітря дорівнює 7°. Сума позитивних температур за вегетаційний період дорівнює 2400°.

Тривалість вегетаційного періоду з температурою вище 5 градусів становить - 210 днів, а з температурою понад 10 градусів — 155-160 днів.

Таблиця 2.1

Температурний режим повітря

Місяці, показники	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за рік
Середня температура повітря t°	-4,1	-3,1	1,3	7,4	13,8	16,5	18,3	17,4	13,6	8,3	2,2	-2,1	7,5
Мінімальна температура повітря t°	-34	-36	-31	-11	-4	2	5	3	-2	-17	-22	-28	-36
Максимальна температура повітря t°	14	16	22	26	32	33	35	34	31	27	25	15	35

Середньорічна сума атмосферних опадів становить 738 мм, з яких 425 мм випадає в весняно-літній період. Пануючі вітри в осінньо-зимовий період північно-західні, у весняно-літній – південно-східні.

Таблиця 2.2

Середньомісячна і річна сума опадів, мм (за даними Яворівської метеостанції)

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за рік
Кількість опадів, мм	33	35	38	60	73	102	108	82	68	55	46	38	738

Дати утворення і руйнування сталого снігового покриву рік у рік коливається у великих межах, а в окремі роки він зовсім не утворюється у зв'язку з частими відлигами. Середні декадні висоти снігового покриву не перевищують 12 см, а лише окремі короточасні снігостани досягають 25 см.

Гідротермічний коефіцієнт становить – 1,7-1,8. Як видно, що опадів випадає значно більше ніж випаровується, тому тут проходить процес промивання ґрунтів, що призводить до їх оглеєння

В цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування всіх районованих сільськогосподарських культур.

Рельєф. Територія села являє собою переважно слабо хвилясту рівнину з рядом невисоких підвищень з пологими схилами.

На найбільш підвищених сформувались – дерново – підзолисті піщані ґрунти, на більш вирівняних переважають супіщані відміни дерново – підзолистих ґрунтів. Місцями на схилах крутизною 1-5° ці ґрунти, змиті. В пониженнях сформувались дернові глейові, лучно – болотні і болотні ґрунти.

На території села розвинений мезо і мікрорельєф, який спричинив велику строкатість ґрунтів, що негативно впливає на раціональне використання земель.

В загальному рельєф території дозволяє проводити механізований обробіток ґрунту, догляд за посівами та збирання сільськогосподарських культур.

3 СТВОРЕННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ МАСШТАБУ 1:2 000

3.1 Принципи створення планів масштабу 1:2 000

Топографічні плани масштабу 1:2 000 призначаються для використання в різних галузях народного господарства при вирішенні технічних питань, у тому числі для:

- розробки генеральних планів міст, селищ міського типу та сіл;
- складання проектів детального планування окремих районів міста (селища),
- складання технічних проектів промислових підприємств усіх галузей;
- розмічувальних креслень;
- технічних проектів забудови, інженерної підготовки та озеленення територій міст і селищ;
- для ведення кадастру населених пунктів із одноповерховою забудовою.

Топографічні плани масштабу 1:2 000 є основою для складання планів населених пунктів масштабу 1:5 000 та карт дрібніших масштабів та створюються за результатами топографічних зніманих місцевості відповідних масштабів або на основі використання топографічних матеріалів більш крупних масштабів. Топографічні плани масштабу 1:2000 забудованих та незабудованих територій створюються у проекції Гавсса-Крюгера, у триградусних зонах у державній системі координат УСК-2000. У висотному положенні використовується Балтійська (1977 р.) система висот. У населених пунктах всі нові топографічні знімання виконуються в раніше прийнятих МСК та висот, які зв'язані з державною системою.

Номенклатура аркуша масштабу карти 1:2000 складається з номенклатури аркуша карти масштабу 1:5000 та однієї з перших 9 малих літер алфавіту (*а, б, в, г, д, е, є, ж, з*), наприклад М-35-10-(106-а). Номенклатура аркуша карти масштабу 1:5000 складається з номенклатури аркуша карти

масштабу 1: 100 000 та взятого в дужки номера аркуша карти масштабу 1:5000, наприклад: М-35-10 (106). Для планів встановлюються такі розміри рамок:

Таблиця 3.1

Розміри рамок трапеції масштабів:

Масштаб	За широтою	За довготою
1:5 000	1'15.0"	1'52.5"
1:2 000	25.0"	37.5"

На планах відображається сітка прямокутних координат, лінії якої проводяться через 10 см.

Для топографічних планів, що складаються на населені пункти, а також на ділянки незабудованих територій площею менше 20 км², застосовується прямокутна розграфка з розмірами рамок для масштабу 1:2000- 50 x 50 см. Рамки аркушів масштабів 1:5000 та 1:2000 мають співпадати з лініями кілометрової сітки.

Для території населених пунктів та ділянок площею до 20 км² за основу розграфки приймається аркуш масштабу 1:5000, позначений арабськими цифрами. Йому відповідають чотири аркуші масштабу 1:2000, кожний з яких позначається приєднанням до номера масштабу 1:5000 однієї з перших чотирьох великих літер українського алфавіту (А, Б, В, Г).

Висота січення рельєфу встановлюється залежно від характеру місцевості, масштабу планів, а також їх призначення (табл. 3.2)

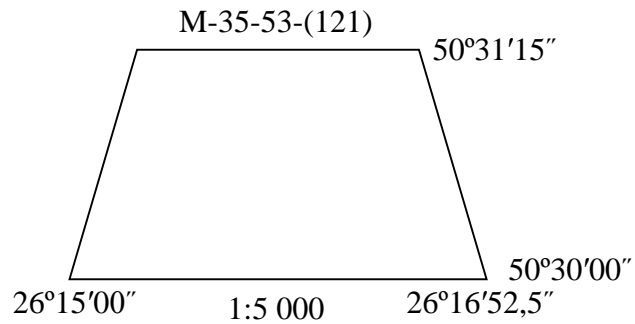
Таблиця 3.2

Висота січення рельєфу

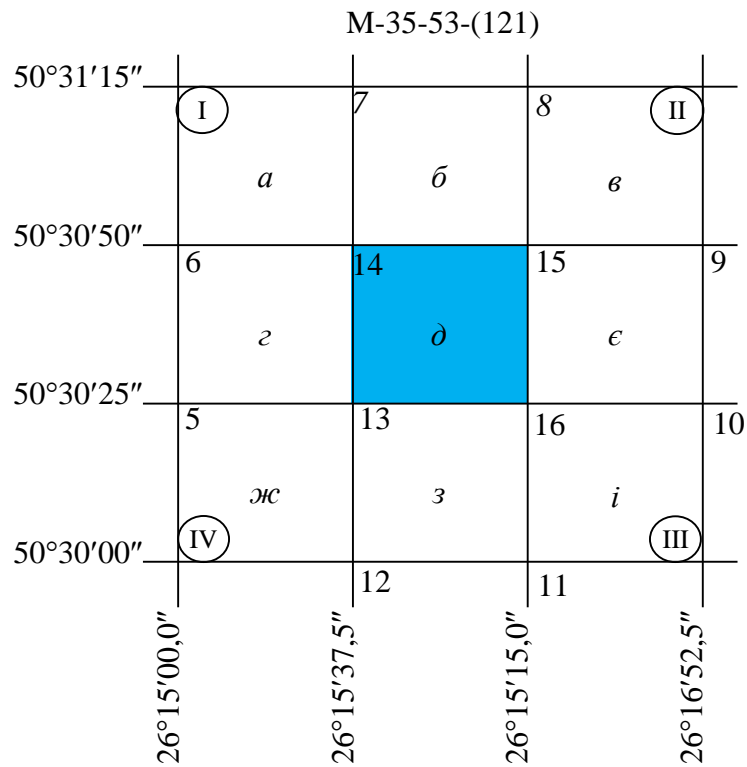
Масштаб зйомки	1:2 000
Характеристика рельєфу ділянки зйомки	Переріз рельєфу, м
Рівний, з кутами нахилу до 2 град	0,5; 1,0
Горбистий, з кутами нахилу до 4 град.	0,5; 1,0; 2,0
Пересічений, з кутами нахилу до 6 град.	1,0; 2,0

На топографічних планах масштабу 1:2000 на кожний квадратний дециметр підписується не менш ніж 5 відміток характерних точок місцевості.

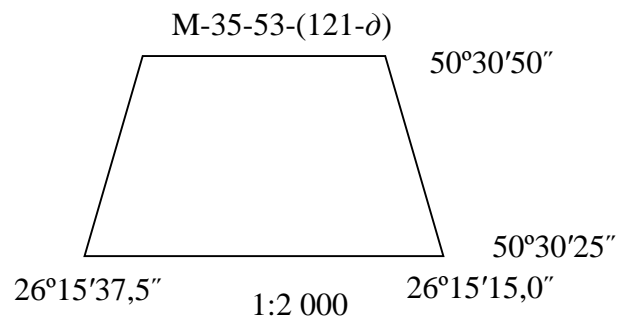
Обчислення геодезичних координат вершин рамки трапеції масштабу 1:2 000 Для обчислення геодезичних координат вершин трапеції М-35-53-(121-д) масштабу 1:2 000, трапецію М-35-53-(121) масштабу 1:5 000 поділяють на 3 частини по широті і три частини по довготі.



Аркуш карти масштабу 1:5 000 з номенклатурою М-35-53-(121)



Аркуш карти масштабу 1:5 000 з номенклатурою М-35-53-(121)



Аркуш карти масштабу 1:2 000 з номенклатурою М-35-53-(121-д)

Таблиця 3.3

Обчислення прямокутних координат вершин рамки трапеції масштабу 1:2 000
номенклатури М-35-53-(121-д)

L L_0 B	$26^{\circ}15'00,0''$ 27° $-0^{\circ}45'00,0''$	$26^{\circ}15'37,5''$	$26^{\circ}15'15,0''$	$26^{\circ}16'52,5''$ 27° $-0^{\circ}43'07,5''$	Різниці координат					
Значення коорд.	№ точ.	Значення координат	№ точ.	Значення координат	№ точ.	Значення координат	№ точ.	Значення координат	$x_{II}-x_I$ $x_{III}-x_{IV}$	$1/3(x_{II}-x_I)$ $1/3(x_{III}-x_{IV})$
Значення абсцис										
$50^{\circ}31'15''$	I	5599148,60	7	5599141,30 -0,08	8	5599134,00 -0,08	II	5599126,70	-21,90	-7,30
$50^{\circ}30'50''$	6	5598376,10	14	5598368,80	15	5598361,50	9	5598354,20		
$50^{\circ}30'25''$	5	5597603,60	13	5597596,30	16	5597589,00	10	5597581,70		
$50^{\circ}30'00''$	IV	5596831,10	12	5596823,80	11	5596816,50	III	5596809,20	-21,90	-7,30
$x_{I}-x_{IV}$ $1/3(x_{I}-x_{IV})$		+2317,50 +772,50				$x_{II}-x_{III}$ $1/3(x_{II}-x_{III})$	+2317,50 +772,50	$y_{II}-y_I$ $y_{III}-y_{IV}$	$1/3(y_{II}-y_I)$ $1/3(y_{III}-y_{IV})$	
Значення ординат										
$50^{\circ}31'15''$	I	-53189,30	7	-52450,57	8	-51711,83	II	-50973,10	+2216,20	+738,73
$50^{\circ}30'50''$	6	-53197,10	14	-52458,37	15	-51719,63	9	-50980,57		
$50^{\circ}30'25''$	5	-53204,90	13	-52466,17	16	-51727,43	10	-50988,03		
$50^{\circ}30'00''$	IV	-53212,70	12	-52473,63	11	-51734,57	III	-50995,50	+2217,20	+739,07
$y_I - y_{IV}$ $1/3(y_I - y_{IV})$		+23,40 +7,80				$y_{II}-y_{III}$ $1/3(y_{II}-y_{III})$	+22,40 +7,47	$y_{II}-y_I$ $y_{III}-y_{IV}$	$1/3(y_{II}-y_I)$ $1/3(y_{III}-y_{IV})$	
Остаточні значення абсцис										
$50^{\circ}31'15''$	I	5599148,60	7	5599141,22	8	5599133,92	II	5599126,70		
$50^{\circ}30'50''$	6	5598376,10	14	5598368,72	15	5598361,42	9	5598354,20		
$50^{\circ}30'25''$	5	5597603,60	13	5597596,22	16	5597588,92	10	5597581,70		
$50^{\circ}30'00''$	IV	5596831,10	12	5596823,72	11	5596816,42	III	5596809,20		
Остаточні значення ординат										
$50^{\circ}31'15''$	I	9446810,70	7	9447549,43	8	9448288,17	II	9449026,90		
$50^{\circ}30'50''$	6	9446802,90	14	9447541,63	15	9448280,37	9	9449019,43		
$50^{\circ}30'25''$	5	9446795,10	13	9447533,83	16	9448272,57	10	9449011,97		
$50^{\circ}30'00''$	IV	9446787,30	12	9447526,37	11	9448265,43	III	9449004,50		
Зближення меридіанів γ										
$50^{\circ}31'15''$	I	-0°34'44,67"	7	-0°34'15,70"	8	-0°33'46,73"	II	-0°33'17,76"	1'26,91"	28,97"
$50^{\circ}30'50''$	6	-0°34'44,46"	14	-0°34'15,50"	15	-0°33'46,52"	9	-0°33'17,56"		
$50^{\circ}30'25''$	5	-0°34'44,25"	13	-0°34'15,29"	16	-0°33'46,33"	10	-0°33'17,36"		
$50^{\circ}30'00''$	IV	-0°34'44,04"	12	-0°34'15,08"	11	-0°33'46,12"	III	-0°33'17,16"	1'26,88"	28,96"
$\gamma_I - \gamma_{IV}$ $1/3(\gamma_I - \gamma_{IV})$		0,63" 0,21"				$\gamma_{II}-\gamma_{III}$ $1/3(\gamma_{II}-\gamma_{III})$	0,60" 0,20"	$\gamma_{II}-\gamma_I$ $\gamma_{III}-\gamma_{IV}$	$1/3(\gamma_{II}-\gamma_I)$ $1/3(\gamma_{III}-\gamma_{IV})$	

3.2. Розрахунок точності побудови геодезичної основи

Проект геодезичних робіт складається для того, щоб забезпечити визначену територію необхідною кількістю точок з відомими координатами та намітити їх положення на карті з метою подальшого їх використання в процесі топографічного знімання. Побудова пунктів планово-висотних мереж виконується за технічним проектом, що розробляється до початку польових робіт.

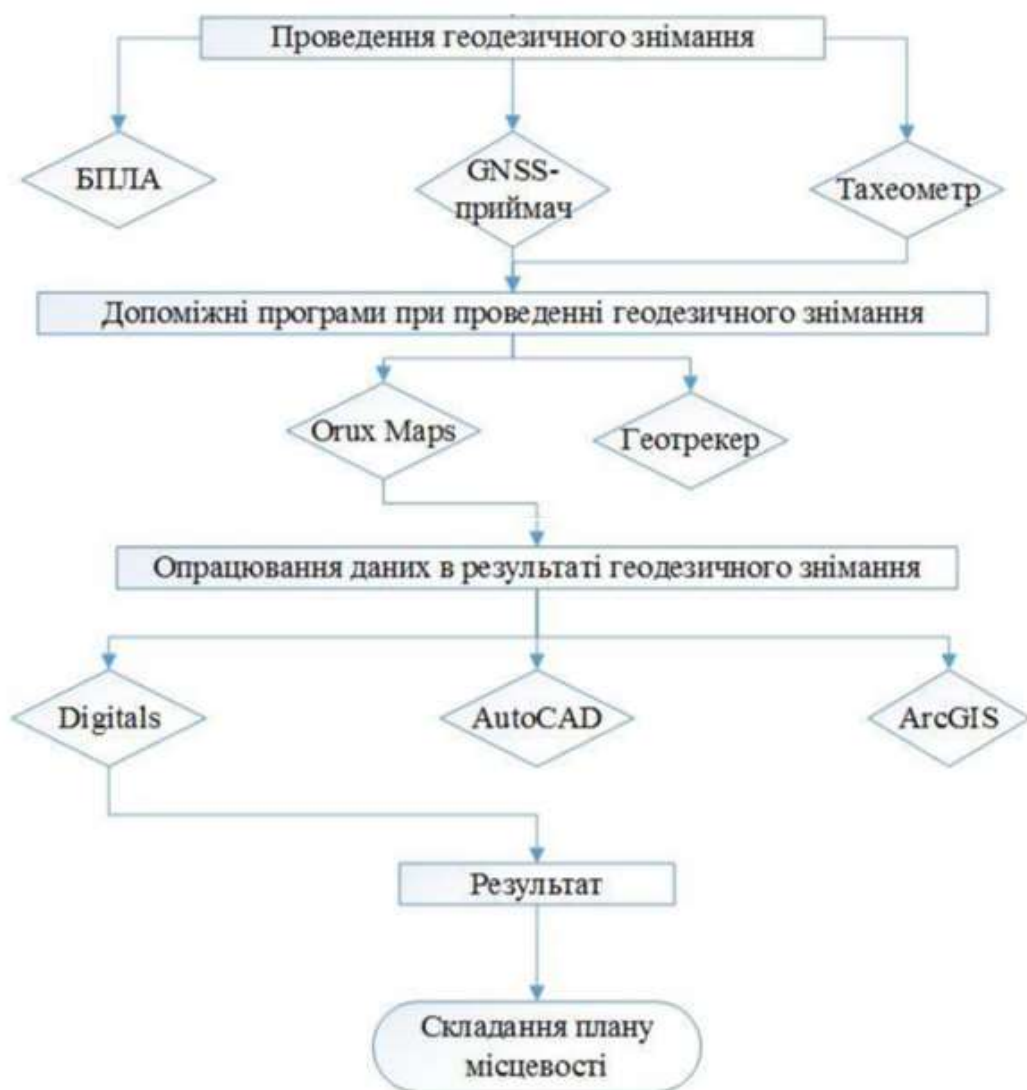


Рис. 3.1 Алгоритм проведення топографо-геодезичних робіт

Точність визначення планових координат точок місцевості по карті цілком залежить від масштабу або від точності виконаних геодезичних робіт, в результаті яких будується вихідний графічний матеріал. Щоб добре читати всі

елементи навантаження карти, необхідно ці елементи розташувати не ближче подвійної графічної точності. Цим критерієм користуються ті, хто складає та використовує карти. Тому гранична похибка нанесення чітко зображених на місцевості об'єктів для забудованої території повинна бути 0,4 мм, а в інших випадках - 0,5 мм [8]. Тому при розрахунку точності планової геодезичної мережі необхідно скористатися цими величинами як точністю планового положення точок місцевості.

Точність визначення планового положення точки за картою складає 0,5 мм в масштабі, в якому виготовлена ця карта. Звідси для масштабу вихідної карти 1 : 5000 точність складає 2,5 м або $m_{X,Y} = 2.5$ м.

Приймаючи до уваги те, що похибка визначення координат складається з похибки фотограмметричних та похибки геодезичних робіт, при цьому точність геодезичних в 3 рази вища за точність фотограмметричних, можна записати

$$\begin{aligned} m_{X,Y}^2 &= m_{\text{ФТГМ}}^2 + m_{\Gamma}^2 \\ \text{або } m_{X,Y}^2 &= (3m_{\Gamma})^2 + m_{\Gamma}^2, \\ m_{X,Y}^2 &= 9m_{\Gamma}^2 + m_{\Gamma}^2 = 10m_{\Gamma}^2. \end{aligned}$$

Звідси похибка геодезичного визначення планових координат точки буде дорівнювати

$$m_{\phi} = \sqrt{\frac{m_{X,Y}^2}{10}} = 0,7''$$

Відповідно похибка фотограмметричних робіт по визначенню планового положення точки місцевості буде дорівнювати

$$m_{\phi} = 3m_{\Gamma} = 2,1 \text{ м}$$

На основі необхідної розрахованої точності виконання геодезичних робіт можна виконати обернений розрахунок точності методів визначення планових координат точок місцевості.

При розрахунку точності висотної основи для визначення позначок точок місцевості необхідно скористатися точністю визначення висоти точки по карті.

За інструкцією по топографічному зніманню точність визначення висот не повинна перевищувати 1/3 прийнятої висоти січення рельєфу.

Враховуючи вимоги інструкції по топозніманню, а також умови району робіт, які свідчать про те, що на місцевості кути нахилу мають переважно середнє значення від 2° до 5° , можна зробити висновок, що при масштабі вихідної карти, тобто 1:2000 переріз рельєфу буде складати 2,0 м.

Звідси можна записати

$$m_h = \frac{1}{3} h = 0,67''$$

Ця похибка складається з похибок геодезичних та фотограмметричних робіт. Тому цю формулу можна записати як

$$m^2_H = m^2_{\text{ФТГМ}} + m^2_\Gamma$$

$$\text{або} \quad m^2_H = (3 m^2_\Gamma)^2 + m^2_\Gamma.$$

Звідки

$$m_\Gamma = \sqrt{\frac{m^2_H}{10}} = 0.21 \text{ м}$$

Відповідно похибка фотограмметричних робіт буде складати

$$m_{\text{ФТГМ}} = 3m_\Gamma = 0,63 \text{ м}$$

Отримана похибка вказує на те, що фотограмметричні роботи по складанню топографічної карти масштабу 1:2000 повинні бути виконані з точністю, яка б не перевищувала даної величини.

3.3. Проектування геодезичної основи

В якості геодезичної основи служать: державні геодезичні мережі: триангуляція і полігонометрія 1, 2, 3 та 4 класів; нівелювання I, II, III, IV класів; геодезичні мережі згущення: триангуляція 1 та 2 розрядів, полігонометрія 1 та 2 розрядів; технічне нівелювання; знімальна геодезична мережа: планові, висотні та планово-висотні знімальні мережі; окремі пункти (точки); точки фотограмметричного згущення. Густина геодезичних мереж визначається масштабом знімання, висотою січення рельєфу, а також додатковими умовами,

які обговорюються в проекті. Згущення основи виконується від вищого класу до нижчого.

Розрахунок точності окремого ходу полігонометрії 4-го класу

Точність ходу визначається середньою квадратичною похибкою в самому слабкому місці (точці) в кінці або в середині ходу, якщо він спирається на тверді пункти вищого класу. Відомості про запроєктований хід:

- довжина ходу $[S] = 8,725$ км за допустимої $[S] = 14$ км;
- довжина замикаючої $L = 7,250$ км;
- кількість ліній $n = 9$, за допустимої – $n_{\text{ДОП}} = 15$;
- середня довжина лінії $S_{\text{СЕР}} = \frac{[S]}{n} = 969,444$ м, за оптимальної довжини $S_{\text{ОПТ}} = 500$ м.;
- максимальна довжина лінії $S_{\text{МАКС}} = 1\,700$ м, за допустимої довжини $S_{\text{МАКС}} = 3\,000$ м;
- мінімальна довжина $S_{\text{МИН}} = 625$ м, за допустимої довжини $S_{\text{МИН}} = 250$ м.

Визначаю форму запроєктованого полігонометричного ходу. Для цього на карті необхідно поміряти параметри зігнутості ходу $\eta_{\text{МАКС}}$ (найбільша віддаль від вершини ходу до лінії, проведеної через центр ваги ходу (точка Ц) паралельно до замикаючої L) і $\alpha_{\text{МАКС}}$ (найбільший кут, утворений стороною ходу і лінією паралельною до замикаючої L), та порівняти їх із допустимими величинами $\eta_{\text{ГРАН}}$ та $\alpha_{\text{ГРАН}}$, які визначають за відомими формулами:

$$\eta_{\text{МАКС}} \leq \eta_{\text{ГРАН}} = 3\eta, \quad \alpha_{\text{МАКС}} \leq \alpha_{\text{ГРАН}} = 3\alpha, \quad \text{де } \eta = \frac{L}{24}, \quad \text{tg } \alpha = \frac{1}{7}$$

Обчислюють ці величини запроєктованого полігонометричного ходу 4 класу з параметрами: знаменник відносної нев'язки $T = 22\,500$; $[S] = 8,725$ км; довжина замикаючої $L = 7,25$ км; кількість сторін $n = 9$; середня квадратична похибка виміру кута $m''_{\beta} = 3''$, $S_{\text{СЕР}} = 969,444$ м, $S_{\text{МИН}} = 625$ м.

$$\text{За формулами отримаю: } \eta = \frac{7250}{24} = 302,083 \text{ м}; \quad \eta_{\text{ГРАН}} = 3 \cdot 302,083 = 906,25 \text{ м};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{7} = 0,1428; \alpha = 8^\circ; \alpha_{\text{ГРАН}} = 3 \cdot 8^\circ = 24^\circ.$$

Таблиця 3.4

Умовні координати й параметри полігонометричного ходу

Назва пунктів	S , м	y , м	x , м	$(D_u)_i$, км	$(D_{u,i})^2$ км ²	η , м	α , °
1	2	3	4	5	6	7	8
1	800	0	0	3,38	11,41	645	48
2		-200	800	2,55	6,52	445	47
3	625	-650	1250	2,07	4,26	5	57
	1150						
4	1250	-1425	2075	1,46	2,15	780	54
5							
6	700	-1300	3650	0,74	0,54	655	15
	800						
7	800	-900	4350	1,07	1,14	255	12
8							
9	900	-375	4950	1,66	2,75	270	81
	900						
10	1700	250	5575	2,43	5,91	895	82
		0	7250	3,99	15,90	645	76
Σ	8725	-6450	33150		52,03		

Отже, хід буде витягнутим, якщо: $\eta_{\text{МАКС}} \leq 906,25$ м і $\alpha_{\text{МАКС}} \leq 24^\circ$. У нашому випадку $\eta_{\text{МАКС}} =$ м, а $\alpha_{\text{МАКС}} = 85^\circ$. Порівнявши ці значення з граничними, можемо зробити висновок, що запроєктований хід зігнутий, тому що $\alpha_{\text{МАКС}} > \alpha_{\text{ГРАН}}$ та $\eta_{\text{МАКС}} > \eta_{\text{ГРАН}}$.

$$X_{\text{Ц}} = \frac{33150}{10} = 3315 \text{ м}; Y_{\text{Ц}} = \frac{-6450}{10} = -645 \text{ м}.$$

Обчислюють середню квадратичну похибку m_s вимірювання ліній світловіддалеміром Sokkia SET 610. $S_{CEP} = 969,440 \text{ м} = 969444 \text{ мм}$ маємо $m_s = (2 + 2 \cdot D \times 10^{-6}) \text{ мм}$. $m_s = (2 + 2 \cdot 969444 \times 10^{-6}) = 3,86 \text{ мм}$.

У світловіддалемірній полігонометрії витягнутий хід, еквівалентний (за довжиною) зігнутому, поступається йому у точності, і тому розрахунок виконують за формулою для витягнутих ходів, яка є простіша за формулу для зігнутих ходів:

$$M^2 = m_s^2 \cdot n + \frac{(m''_\beta)^2}{(\rho'')^2} \cdot [S]^2 \cdot \frac{n+3}{12}$$

$$\text{Для цього ходу матимемо: } M = \sqrt{3,86^2 \cdot 9 + \frac{3^2}{206265^2} \cdot 8725000^2 \cdot \frac{9+3}{12}} = 181,80 \text{ мм}.$$

$$f_{\text{ВДН}} = \frac{2 \cdot M}{[S]} = \frac{2 \cdot 181,80}{8725000} = \frac{1}{30664} < \frac{1}{22500}.$$

Отже точність запроєктованого полігонометричного ходу відповідає заданій точності полігонометричного ходу 4 класу.

Розрахунок точності лінійних вимірювань у полігонометричному ході

Основними похибками світловіддалемірних вимірювань є: похибка m_{S_g} циклічної поправки; похибка m_{S_h} зведення ліній до горизонту; похибка m_{S_v} робочої швидкості світла; похибка $m_{S_{\Delta\phi}}$ різниці фаз; похибка m_{S_k} приладової поправки; похибка (m_{S_f}) основної модулюючої частоти; похибка ($m_{S_{u,p}}$) за центрування та редукцію.

$$m_s^2 = m_D^2 + m_{S_h}^2$$

Похибка m_D виміряної горизонтальної проєкції лінії визначається за формулою:

$$m_D = \sqrt{\left(\frac{\nu}{4 \cdot \pi \cdot f}\right)^2 \cdot \frac{m_{S_{\Delta\phi}}^2}{\rho^2} + m_{S_k}^2 + m_{S_g}^2 + m_{S_{u,p}}^2 + \left[\left(\frac{m_{S_f}}{f}\right)^2 + \left(\frac{m_{S_v}}{\nu}\right)^2\right] \cdot D^2} = 20,15 \text{ мм}$$

де $\pi = 3,1416$, ν – робоча швидкість світла, f – частота.

Похибка m_{S_h} має випадковий характер і її обчислюють за формулою:

$$m_{sh} = \frac{h}{S} \cdot m_h,$$

де h – перевищення між кінцями лінії; m_h – середня квадратична похибка перевищення. Для найкоротшої сторони $S_{МИН} = 625$ м із найбільшим перевищенням $h = 25$ м запроєктованого ходу і m_h – для нівелювання IV класу. $m_h = 10\sqrt{0,625} = 7,75$ мм отримаємо:

$$m_{S_h} = \frac{25}{600} \cdot 7,75 = 0,36 \text{ мм}.$$

Допуски на окремі джерела похибок (на 6 основних джерел) випадкового $m_{S_{ВИП}}$ і систематичного $\Delta_{S_{СИСТ}}$ характеру під час вимірювання сторони ходу:

$$m_{S_{ВИП}} = \frac{[S]}{2T \cdot \sqrt{1+Q^2} \cdot \sqrt{6} \cdot \sqrt{n}} = \frac{8725000 \text{ мм}}{2 \cdot 22500 \cdot \sqrt{1+5^2} \cdot \sqrt{6} \cdot \sqrt{12}} = 5,73 \text{ мм};$$

$$\Delta_{S_{СИСТ}} = \frac{[S]}{T \cdot \sqrt{1+Q^2} \cdot \sqrt{6} \cdot n} = \frac{8725000 \text{ мм}}{22500 \cdot \sqrt{1+5^2} \cdot \sqrt{6} \cdot 12} = 3,31 \text{ мм}.$$

Величина Q це співвідношення точності кутових q_β та лінійних q_s вимірювань в полігонометричному ході. Для сучасних світловіддалемірів доцільно прийняти $Q = 5$.

Похибка $m_{S_{\Delta\phi}}$ різниці фаз, випадкова й розрахункова величина її впливу становить 6,6 мм. Саму похибку $m_{S_{\Delta\phi}}$ розрахуємо за формулою:

$$m_{S_{\Delta\phi}} = \frac{4 \cdot m_{S_{ВИП}} \cdot \rho^\circ \cdot \pi}{\lambda} = \frac{4 \cdot 5,73 \cdot 57,3 \cdot 3,1416}{20000} = 0,21^\circ.$$

де ρ° – кількість градусів у радіані.

Похибка $m_{S_{\Delta\phi}}$ залежить від кількості прийомів, рівня сигналу тощо. Але від кількості прийомів залежить і похибка m_{S_v} за швидкість світла. Якщо прийняти, що вона випадкова їхній спільний вплив становить: $m = m_{S_{ВИП}} \cdot \sqrt{2} = 5,73 \cdot 1,41 = 8,1$ мм, а допустимий розмах R_n у прийомах під час вимірювання сторін ходу можна визначити за формулою: $R_n = m \cdot t_{P,n}$, де $t_{P,n}$ – нормований коефіцієнт, вибирається з додатку 5 за ймовірністю P та кількістю ступенів вільності n . У нашому випадку ймовірність $P = 0,95$, кількість

ступенів вільності дорівнює кількості прийомів вимірювань, тобто $n = 2$. Знаходимо, що $t_{p,n} = 2,77$. Тоді розмах між прийомами буде:
 $R_n = 8,1 \cdot 2,77 = 22,43$ мм.

Максимальна різниця вимірних значень між прийомами дозволяється 22,43 мм. Але реально ця величина менша і тому створюється запас точності для компенсації інших похибок.

Похибка Δ_{S_k} приладової поправки світловіддалеміра діє в полігонометричному ході як систематична і залежить від методики й точності визначення приладової поправки на взірцевому базисі, від стабільності роботи вузлів світловіддалеміра тощо. Отриманий допуск $\Delta_{S_k} = 1,63$ мм досить жорсткий, тому для послаблення цього джерела похибок еталонування приладу треба виконувати на багатоцентровому еталонному базисі 1 розряду, дотримуючись методики вимог та викладеної в [13], [16].

Циклічна похибка фазометра m_{S_g} зазвичай є випадковою. Циклічну похибку досліджують на базисі. Будують графік цієї похибки, за яким вона враховується, тому вплив похибки її визначення має випадковий характер. Фактично $m_{S_g} = 1-3$ мм, тому допуск 3,0 мм легко витримується.

Похибка $m_{S_{q,p}}$ центрування і редуції світловіддалеміра та відбивача має випадковий характер, тому діє розрахований допуск 3,0 мм. Оптичні центрири забезпечують точність 1 мм. Отже, як і в попередньому випадку, тут утворюється запас точності для компенсації інших похибок.

Похибка Δ_f основної модулюючої частоти в полігонометричному ході діє як систематична й викликана зміною частоти з часом. Вона залежить від довжини лінії і розраховується за формулою:

$$\Delta_f = \frac{\Delta_{S_{\text{сист}}}}{S_{\text{СЕР}}} f .$$

Для запроєктованого ходу при $\Delta_{S_{\text{сист}}} = 3,31$ мм, $S_{\text{СЕР}} = 969,444$ м, $f = 15$ мГц отримаємо допуск:

$$\Delta_f = \frac{3,31 \text{ мм} \cdot 15000000 \text{ Гц}}{969444 \text{ мм}} = 53,38 \text{ Гц}.$$

Висновок. Для врахування Δ_f треба своєчасно еталонувати світловіддалемір або у разі порушення допуску вводити поправки.

Похибка m_{S_v} визначення робочої швидкості світла переважно випадкова й незначна для вимірювання сторін полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів. Якщо вимірювати температуру і тиск на двох кінцях лінії, то похибка вимірювання температури не перевищуватиме 1° а тиску 1 мм.рт.ст., що дасть похибку у вимірюванні лінії на 1 км $m_{S_{t,p}} < 1,5 \text{ мм}$.

Розрахунок точності кутових вимірювань у полігонометричному ході

Основними похибками кутових вимірювань є: похибки впливу зовнішнього середовища; приладової поправки; похибка власне вимірювання; похибка редукції e_1 ; похибка центрування e_2 ; похибки вихідних даних.

Вплив окремих джерел похибок випадкового й систематичного характеру 5 можна розрахувати за формулами:

$$m_{\beta_{\text{вип}}} = \frac{\rho'' \cdot Q \cdot \sqrt{2}}{2T \cdot \sqrt{1+Q^2} \cdot \sqrt{n+3}}; \quad \Delta_{\beta_{\text{сист}}} = \frac{2\rho'' \cdot Q}{T(n+1) \cdot \sqrt{1+Q^2}}.$$

Для запроєктованого ходу з параметрами: $[S]=8725\text{м}$; $S_{\text{СЕР}}=969\text{ м}$; $S_{\text{МИН}}=625\text{ м}$; $n=9$; $T=22\,500$; $\rho''=206265$ і співвідношення точності кутових q_β та лінійних q_S вимірювань в полігонометричному ході $Q=5$ отримують:

$$m_{\beta_{\text{вип}}} = \frac{206265'' \cdot 5 \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 22500 \cdot \sqrt{1+5^2} \cdot \sqrt{9+3}} = 1,64'', \quad \Delta_{\beta_{\text{сист}}} = \frac{2 \cdot 206265'' \cdot 5}{22500 \cdot (9+1) \cdot \sqrt{1+5^2}} = 1,38''.$$

Обчислимо допуски на окремі джерела похибок:

Похибку e_1 редукції візирної цілі визначимо за формулою:

$$e_1 = \frac{m_{\beta_{\text{вип}}} \cdot S_{\text{СЕР}}}{\rho''} = \frac{1,64'' \cdot 969000 \text{ мм}}{206265''} = 7,39 \text{ мм}$$

Для $S_{\text{МИН}}=625\text{ м}$ отримаємо $e_1=4,77\text{ мм}$.

Похибку e_2 за центрування теодоліта одержуємо за формулою:

$$e_2 = \frac{e_1}{\sqrt{2}} = \frac{7,39}{\sqrt{2}} = 2,72 \text{ мм}$$

Для $S_{\text{МН}}=625$ м дістанемо $e_2 = 2,18$ мм.

Таку точність забезпечують оптичні центрири. Згідно із інструкцією [5] центрувати прилади необхідно з точністю 1 мм.

Похибки приладу істотно зменшують раціональною методикою вимірювання кутів. Неперпендикулярність горизонтальної і вертикальної осей буде виключена під час обчислення середнього значення кута, виміряного з КЛ і КП. Але нахил “ i ” вертикальної осі теодоліта (через неточне горизонтування приладу) не виключається вимірюванням кута з КЛ і КП.

Допуск для “ i ” приведення вертикальної осі прямовисно визначимо за формулою:

$$i_{\text{доп}} = \frac{m_{\beta_{\text{вип}}}}{2 \cdot \text{tg } \nu} = \frac{1,64''}{2 \cdot \text{tg } 20^\circ} = 1,8''.$$

Для **похибки власне вимірювання** кута розрахуємо кількість прийомів n вимірювання кута способом кругових прийомів за формулою:

$$n = \frac{2m_{\text{ВІЗ}}^2 + m_{\text{ВІДЛ}}^2}{2m_{\beta_{\text{вип}}}^2},$$

де $m_{\text{ВІЗ}}$ – похибка візування, $m_{\text{ВІДЛ}}$ – похибка відлічування.

Для кутових вимірювань у полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів використовую тахеометр Sokkia SET 610, зорова труба якого має збільшення 26^x . Згідно із цими даними похибку візування розрахую за формулою:

$$m_{\text{ВІЗ}} = \frac{60''}{V^x}.$$

де $60''$ – критичний кут зору.

Похибка відлічування для тахеометра Sokkia SET 610 становить $m_{\text{ВІДЛ}}=2''$

$$m_{\text{ВІЗ}} = \frac{60''}{26} = 2,3'', \quad m_{\text{ВІДЛ}}=2''; \quad n = \frac{2 \cdot 2,3^2 + 2^2}{2 \cdot 1,64^2} = 3 \text{ прийоми}.$$

Розрахую допустимий розмах $R_{n,p}$ у прийомах за формулою:

$$R_{n,p} = m_{\beta_{\text{вип}}} \cdot t_{n,p} \cdot \sqrt{2}.$$

Для $P = 0,95$; $n = 6$; $t_{n,p} = 4,03$ отримаю: $R_{n,p} = 1,34'' \cdot 4,03 \cdot \sqrt{2} = 7,6'' \approx 8''$.

Допуск інструкції [5] для полігонометрії 4 класу також 6 прийомів, а розмах напрямів у прийомах – 8''.

Похибки впливу зовнішнього середовища спотворюють результати кутових вимірювань через горизонтальну рефракцію, забрудненість атмосфери, коливання зображень візирних марок. Для послаблення впливу названих факторів кутові вимірювання бажано виконувати у сприятливих умовах.

Похибки вихідних даних не спотворюють результатів вимірювань горизонтальних кутів, але впливають на нев'язку ходу й тому враховуються в розрахунках точності як окреме джерело похибок.

Розрахунок точності визначення висот пунктів полігонометричного ходу

Для розрахунку точності визначення висот пунктів полігонометричного ходу можна використати співвідношення:

$$f_{h_{ГРАН}} = 2 \cdot \Delta h,$$

де $f_{h_{ГРАН}}$ – гранична нев'язка нівелірного ходу, Δh – похибка в найслабшому місці ходу (в його середині) після врівноваження.

Для нівелювання III класу [3] відповідно маємо:

$$f_{h_{ГРАН}} = 10 \cdot \sqrt{L(\text{км})}, \text{ мм}, \quad \text{де } L \text{ – довжина ходу, км.}$$

Похибку визначення висоти найслабшого пункту ходу обчислимо за формулою:

$$\Delta h = \frac{f_{h_{ГРАН}}}{2}.$$

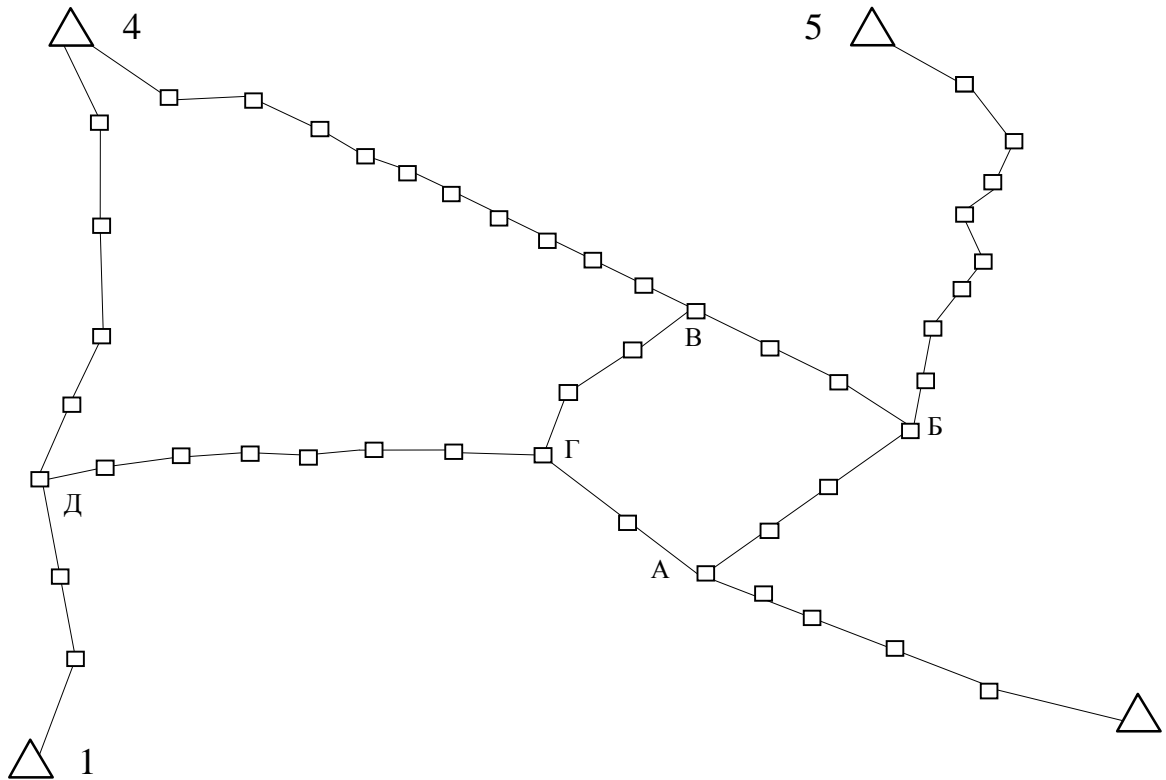
Запроектований нівелірний хід III класу між заданими вихідними реперами має довжину 14,6 км. Тоді:

$$f_{h_{ГРАН}} = 10 \text{ мм} \cdot \sqrt{14,6} = 38,21 \text{ мм}, \quad \Delta h = \frac{38,21 \text{ мм}}{2} \approx 19,10 \text{ мм}.$$

Висновок: Висоти пунктів полігонометрії 4 класу визначатимуть з похибкою меншою, ніж 19,10 мм.

Розрахунок точності ходів полігонометрії 1-го розряду з трьома вузловими точками

Розрахунок точності заснований на методі найменших квадратів, сутність якого полягає у тому, що очікувані похибки визначення вузлових пунктів обчислюються наближеннями як середнє вагове з похибок ходів, що сходяться в даному вузловому пункті.



□-Пункти полігонометрії 1 розряду

А□-Вузлові пункти полігонометрії 1 розряду

Рис. 3.2. Схема ходів полігонометрії 1-го розряду з п'ятьма вузловими точками.

Таблиця 3.3

Розрахунок точності положення вузлових пунктів методом послідовних наближень

№ вузла	Назва ходу	m _c мм	M ² мм	I наближення		II наближення		III наближення		IV наближення	
				M ²	P	M ²	P	M ²	P	M ²	P
А	△2 - А	42	10609	10609	11,9	10609	11,9	10609	11,9	10609	11,9
	Г - А	18	1289	1289	9,2	1345	8,2	1385	8,4	1389	8,4
	Б - А	26	2028	2028	9,9	2928	6,8	4030	5,1	4035	5,1
				Σ	31,0		26,9		25,4		25,4
				М	24,3		25,8		26,4		26,40
Б	△5 - Б	35	9800	9800	2,0	9800	2,0	9800	2,0	9800	2,0
	А - Б	26	2028	2028	9,9	2192	9,1	2358	8,1	2034	10,9
	В - Б	22	1936	1936	10,3	2836	7,0	3905	5,1	3904	5,0
				Σ	22,2		18,1		15,2		17,9
				М	30,0		33,2		33,5		33,4
В	△4 - В	46	23276	23276	0,9	23276	0,9	23276	0,9	23276	0,9
	Г - В	23	2645	2645	7,6	2645	7,6	2645	7,6	2645	7,6
	Б - В	22	1936	1936	10,3	2836	7,0	3938	5,1	3177	6,5
				Σ	22,0		18,7		16,4		17,8
				М	30,0		32,7		33,5		33,5
Г	А - Г	18	1289	1289	9,2	1345	8,2	1385	8,4	1389	8,4
	В - Г	23	2645	2645	7,6	2532	7,2	2487	6,8	2495	6,8
	Д - Г	30	6300	6300	3,2	6628	3,8	6534	3,7	6510	3,7
				Σ	20,0		19,2		18,9		18,9
				М	34,5		34,8		33,2		33,3
Д	△4 - Д	26	5200	5200	2,7	5200	2,7	6300	2,7	6300	2,7
	△1 - Д	25	2010	2010	9,5	2010	9,5	2010	9,5	2010	9,5
	Г - Д	35	7320	7320	3,8	7320	3,6	7210	3,5	7210	3,5
				Σ	16,0		15,8		15,7		15,7
				М	28,5		29,2		29,4		29,4

Результати обчислення за цими формулами зведені в таблицю

Таблиця 3.2

Середньо квадратичні похибки вузлових пунктів

Номер ходу	m_{β}	m_s (мм)
△2 - А	12,4	16,2
Б - А	22,1	23,6
В - Б	19,0	23,6
Г - В	22,1	23,7
△4- В	20,0	23,7
△5 - Б	9,1	23,6
Г - А	22,6	16,2
△4 - Д	10,4	23,7
△1 - Д	11,6	15,8
Г - Д	9,4	18,7

Отримані СКП положення вузлових пунктів дорівнюють:

$$M_A = 26,4 \text{ мм}, M_B = 33,4 \text{ мм}, M_V = 33,5 \text{ мм}; M_{\Gamma} = 33,3 \text{ мм}; M_D = 29,4 \text{ мм}$$

Використовуючи отримані середні квадратичні похибки вузлових пунктів, можна отримати середні квадратичні похибки вимірювання сторін m_s та кутів m_{β} для кожного з ходів, що примикають до вузлів:

$$[m_s^2] = \frac{M^2}{2} \quad \text{та} \quad m_{\beta}^2 = \frac{M^2 \rho^2 3}{2L^2(n+1.5)}$$

3.4. Вибір, розміщення та маркування розпізнавальних знаків

Для виготовлення плану, на якому буде виконуватися знімання території робіт комбінованим методом, необхідно забезпечити польовий матеріал аерофотознімальних робіт (знімки) опорними точками з відомими координатами, за якими будуть виконані подальші фотограмметричні роботи. Ці точки мають назву розпізнавальних знаків (РЗ), тобто точки, які розпізнані на знімку та на місцевості з відомими координатами. В якості розпізнавальних знаків, в першу чергу повинні використовуватися пункти геодезичної основи та мережі згущення. Планові РЗ повинні, по можливості, співпадати з реперами нівелювання. РЗ розміщуються поперек аерофотознімальних маршрутів та в середині зон

міжмаршрутних перекриттів. Початок та кінець кожного маршруту забезпечується парою планових опорних точок. При вирівнювання мереж планової аналітичної фототріангуляції по блокам РП розподіляють по периметру та в середині блока за схемою розміщення планових РЗ. По вільним межах ділянки планові ПРЗ розміщуються не рідше, ніж через 4 - 5 базисів фотографування.

В якості ПРЗ використовуються контурні точки, які можна визначити на аерофотознімку з точністю 0,1 мм в масштабі плану, який складається. Заборонено використовувати в якості ПРЗ контури з нечіткими межами, контури, які можуть бути закриті на знімках перспективними зображеннями високих предметів. Розпізнавання знаків полягає у виборі чіткого різко вираженого контуру (точки) на аерофотознімку та у знаходженні тотожного чіткого контуру на місцевості.

Розпізнавальними знаками можуть бути: окремо розташовані предмети ситуації (кущі, невеликі дерева, стовпи ЛЕП, окремо лежачі камені); кути ділянок, зайнятих с/г культурами, утворені перетином доріг, каналів, стежок та ін.; кути парканів, будівель, мостів, тощо.

Після розміщення РЗ виникає необхідність у їх маркіруванні. Цей процес виконується перед аерофотозніманням з мінімальним розривом у часі. При зніманні в масштабі 1 : 5000 маркіруються пункти геодезичної основи та РЗ, які запроектовані. Якщо пункти геодезичної основи закріплені стінними знаками, то замість їх маркіруються розташовані поряд місцеві предмети.

Для маркування повинні використовуватися найдешевші матеріали. Обов'язковою умовою вибору матеріалів та барвних речовин є забезпечення максимального контрасту між фоном та РЗ (іноді, при необхідності, створюється штучний фон). Маркувальні знаки повинні мати форму, як правило, хреста, що складається з вільних променів в центрі квадрату або кола. Розміри знаків визначаються в залежності від масштабу фотографування так, щоб зображення на аерофотознімку білого та жовтого кольорів були не менш: довжина та ширина одного променя "хрест" 0,15 мм та 0,05 мм згідно; відстань променю від центру знака - 0,05 мм; сторона квадрату або діаметр кола - 0,10 мм. У знаку "хрест"

темного кольору ширина променя повинна бути в 1,5 рази більшою за знак білого кольору. Допустимі відхилення від симетрії не повинні перевищувати 0,07 мм. На кожний замаркований знак складається спеціальна картка за вимогами інструкції.

Користуючись вище переліченими вимогами були запроектовані роботи по розміщенню та маркуванню розпізнавальних знаків, результати чого приведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Перелік опознаків та способи маркування

Назва ОП, номер	Чим закріплений на місцевості	Маркування (кольор, розмір)	Що використовується як ОП
1	2	3	4
ОПВ 1	Центр типу 5 г.р.	Вирубаний ліс квадратом 2×2 м	Точка маркована
ОПВ 2	Центр типу 1 г.р.	Коло, діаметром 1,5 м	Пункт полігонометрії 1 розряду
ОПВ 3	Центр типу 5 г.р.	Перетин доріг	Точка маркована
ОПВ 4	Центр типу 1 г.р.	Коло, діаметром 1,5 м -	Пункт полігонометрії 1 розряду
ОПВ 5	Центр типу 5 г.р.	Хрест з піску 2,2×2,2 м	Точка маркована
ОПВ 6	Центр типу 5 г.р.	Коло з піску 1,5 м	Точка маркована
ОПВ 7	Центр типу 6 г. р.	Хрест 2,2×2,2 м білої фарби	Пункт полігонометрії 1 розряду
ОПВ 8	Центр типу 5 г. р.	Коло білого кольору діаметром 1,5 м	Пункт полігонометрії 1 розряду
ОПВ 9	Центр типу 1 г. р.	Квадрат з піску розміром 1,5 м	Пункт полігонометрії 4 -го класу
ПРЗ 10	Дерев'яний кол	Часткова вирубка лісу з квадратом з піску 2×2м	Точка маркована
ПРЗ 11	Центр типу 5 г. р.	Хрест з марлі 2,2×2,2 м	Точка маркована
ОПВ 12	Центр типу 1 г. р.	-	Пункт тріангуляції IV - го класу
ПРЗ 13	Центр типу 1 г. р.	Квадрат з піску розміром 1,5 м	Пункт полігонометрії 1-го розряду
ОПВ 14	Центр типу 5 г. р.	Кут повороту контуру лісу	Точка маркована
ПРЗ 15	Дерев'яний кол	Вирубка лісу квадратом 2×2 м	Точка маркована
ПРЗ 16	Дерев'яний кол	Хрест з піску 2×2 м на фоні рілля	Точка маркована
ОПВ 17	Центр типу 8 г. р.	Коло білого кольору діаметром 1,5 м	Пункт полігонометрії 2-го розряду

1	2	3	4
ОПВ 18	Центр типу 5 г. р.	Перетин доріг	Точка маркована
ОПВ 19	Дерев'яний кіл	Перетин просік	Точка маркована
ОПВ 20	Дерев'яний кіл	Часткова вирубка лісу і квадрат з піску 2×2 м	Точка маркована
ОПВ 21	Центр типу 5 г. р.	Квадрат з піску на фоні рілля	Точка маркована
ОПВ 22	Центр типу 6 г. р.	Коло білого кольору діаметром 1,5 м	Пункт полігонометрії 1-го розряду
ОПВ 23	Центр типу 1 г. р.	Коло білого кольору діаметром 1,5 м	Пункт полігонометрії 4-го класу
ОПВ 24	Центр типу 1 г. р.	Квадрат білого кольору розміром 1,5 м	Пункт полігонометрії 4-го класу
ОПВ 25	Центр типу 1 г. р.	Квадрат білого кольору розміром 1,5 м	Пункт полігонометрії 4-го класу
ОПВ 26	Центр типу 5 г. р.	Квадрат з піску 2×2 м на фоні рілля	Точка маркована
ОПВ 27	Центр типу 6 г. р.	Квадрат з піску розміром 1,5 м	Пункт полігонометрії 1-го розряду
ОПВ 28	Центр типу 1 г. р.	Квадрат з піску розміром 1,5 м	Пункт полігонометрії 4-го класу
ОПВ 29	Центр типу 1 г. р.	Часткова вирубка лісу і квадрат з піску 2×2 м	Пункт полігонометрії 4-го класу
ОПВ 30	Центр типу 5 г. р.	Хрест з піску 2×2 м на фоні рілля	Точка маркована

Форма, розмір та колір маркування вибирали з урахуванням особливостей місцевості розміщення РЗ, а також вартості матеріалів та виконання робіт. В результаті проектування розміщення розпізнавальних знаків виявилось, що є необхідність у прокладенні теодолітних ходів або побудові багатократних прямих та обернених засічок для забезпечення плановими координатами РЗ, які не збіглись з пунктами геодезичної основи. Для забезпечення цих РЗ висотами необхідно виконати проектування або ходів технічного нівелювання, або виконати тригонометричне нівелювання (частіше цей метод застосовують при визначенні координат пункту методом засічок).

Розрахунок точності планового положення розпізнавальних знаків

В результаті виконаного проектування методів забезпечення плановими координатами розпізнавальних знаків були запроєктовані одна пряма та одна зворотна засічки, всі інші РЗ були прив'язані за допомогою теодолітних ходів. На цій підставі можна зробити розрахунок очікуваної точності визначення планового положення РЗ. Розрахунок точності положення РЗ, визначеного методом зворотної багатократної засічки. По карті за допомогою транспортира визначені дирекційні кути напрямків з визначуваного пункту на вихідні, а також виміряні віддалі до них. Похибка планового положення пункту буде дорівнювати

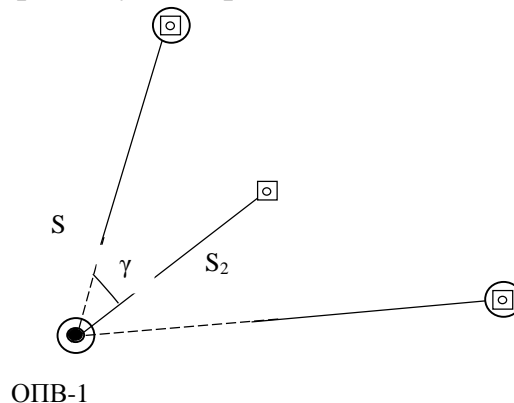
Розрахунок точності планового положення ОПВ-1, прив'язаного прямою кутовою засічкою

Для прямої засічки похибка M в плановому положенні ОПВ обчислюють за формулою:

$$M = \frac{m''_{\beta}}{\rho''} \cdot \frac{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}}{\sin \gamma},$$

де S_1 і S_2 – довжини двох (із трьох) напрямів, а γ – кут між цими напрямками.

Опознак ОПВ-1 прив'язуємо прямою засічкою



Розрахунок точності планового положення ОПВ-5 пряма засічка

$S_1 = 850$ м; $S_2 = 1025$ м; $\gamma = 72^\circ$.

$$M = \frac{6'' \cdot \sqrt{850^2 + 1025^2}}{(206265) \cdot \sin 72^\circ} = 0,04 \text{ м}$$

Похибка планового положення ОПВ-1 не перебільшує допуск, тому що $M = 0,04 \text{ м} < \Delta_{ГРАН} = 0,35 \text{ м}$.

Розрахунок точності визначення положення ОПВ-9, 12 прив'язаного полігонометричним ходом 2 розряду

Параметри ходу: $[S]=2,94$ км; $n=7$; $S_{СЕР}=420$ м.

Точність вимірювань, $m''_{\beta}=10''$, $m_s = 2 + 2 \cdot 420000 \cdot 10^{-6} = 3,4$ мм (електронний тахеометр Sokkia SET 610);

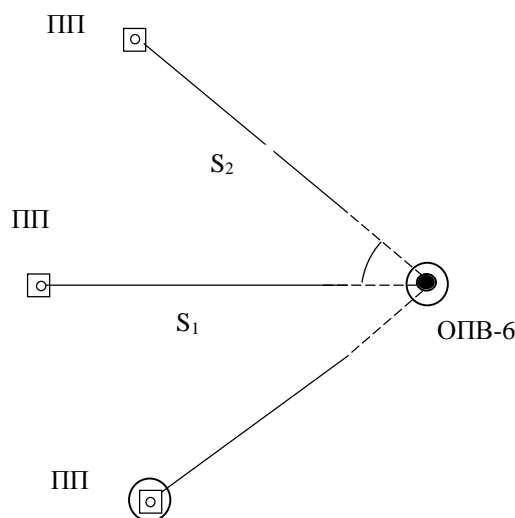
$$M = \sqrt{3,4^2 \cdot 7 + \frac{10^2}{206265^2} \cdot 2940000^2 \cdot \frac{7+3}{12}} = 185,0 \text{ мм} \approx 0,185 \text{ м.}$$

$$f_{S_{ГРАН}} = 2M = 2 \cdot 0,185 \approx 0,370 \text{ м.}$$

Висновок: Положення ОПВ-9, 12 визначатиметься з похибкою 0,200 м, що менше від допуску – 0,35 м, враховуючи, що він розташований в найслабшому місці ходу.

Розрахунок точності планового положення ОПВ-6, прив'язаного прямою кутовою засічкою

Опознак ОПВ-12 прив'язуємо прямою засічкою



Розрахунок точності планового положення ОПВ-6 пряма засічка

$S_1 = 1650$ м; $S_2 = 1475$ м; $\gamma = 38^\circ$.

$$M = \frac{6'' \cdot \sqrt{1650^2 + 1475^2}}{(206265) \cdot \sin 41^\circ} = 0,229$$

Похибка планового положення ОПВ-6 не перевищує допуску, оскільки $M < 1$ м і становить = 0,229 м.

Розрахунок точності визначення положення ОПВ-3, 6, прив'язаних полігонометричним ходом 2 розряду

Параметри ходу: $[S]=4,1$ км; $n=9$; $S_{СЕР}=456$ м.

Точність вимірювань, $m''_{\beta}=10''$, $m_s = 2 + 2 \cdot 456000 \cdot 10^{-6} = 3,4$ мм (електронний тахеометр Sokkia SET 610);

$$M = \sqrt{3,4^2 \cdot 9 + \frac{10^2}{206265^2} \cdot 4100000^2 \cdot \frac{9+3}{12}} = 176,0 \text{ мм} \approx 0,176 \text{ м.}$$

$$f_{S_{ГРАН}} = 2M = 2 \cdot 0,176 \approx 0,362 \text{ м.}$$

Висновок: Положення ОПВ-3, 6 визначатиметься з похибкою 0,176 м, що менше від допуску – 0,35 м, враховуючи, що він розташований в найслабшому місці ходу.

Розрахунок точності визначення положення ОПВ-4, 7, 10 прив'язаних полігонометричним ходом 1 розряду

Параметри ходу: $[S]=5,35$ км; $n=9$; $S_{СЕР}=594$ м.

Точність вимірювань, $m''_{\beta}=10''$, $m_s = 2 + 2 \cdot 594000 \cdot 10^{-6} = 3,6$ мм (електронний тахеометр Sokkia SET 610);

$$M = \sqrt{3,6^2 \cdot 9 + \frac{10^2}{206265^2} \cdot 5350000^2 \cdot \frac{9+3}{12}} = 196,0 \text{ мм} \approx 0,196 \text{ м.}$$

$$f_{S_{ГРАН}} = 2M = 2 \cdot 0,196 \approx 0,392 \text{ м.}$$

Висновок: Положення ОПВ-4, 7, 10 визначатиметься з похибкою 0,196 м, що менше від допуску – 0,35 м, враховуючи, що він розташований в найслабшому місці ходу.

Розрахунок точності визначення положення прив'язаних оберненими засічками

Таблиця 3.6

Розв'язок оберненої одноразової засічки

Y_1	54986,970	X_1	106467,770	$(X_1-X_3)tg\alpha_1$	-1168,219	$(X_1-X_3)tg\alpha_3$	2444,061
Y_2	55957,340	X_2	96127,060	$-(Y_1-Y_3)$	-17460,010	$-(Y_1-Y_3)$	-17460,010
Y_3	37526,960	X_3	106844,950	A	-18628,229	B	-15015,949
$Y_2 - Y_1$	970,370	$X_2 - X_1$	-10340,710				
$Y_2 - Y_3$	18430,380	$X_3 - X_2$	10717,890	$X - X_3$	-1945,086	$X - X_1$	-1567,906
$Y_1 - Y_3$	17460,010	$X_1 - X_3$	-377,180	X_3	106844,950	X_1	106467,770
β_1	74° 18' 10,8"	β_2	206° 39' 59,6"	X	104899,864	X	104899,864
$ctg\beta_1$	0,2810308	$ctg\beta_2$	1,9911733				
$(Y_2 - Y_1)ctg\beta_1$	272,704	$(X_2 - X_1)ctg\beta_1$	-2906,058	$(X - X_3)tg\alpha_3$	12603,820	$(X - X_1)tg\alpha_1$	-4856,190
$(Y_1 - Y_3)ctg\beta_2$	34765,906	$(X_1 - X_3)ctg\beta_2$	-751,031	Y_3	37526,960	Y_1	54986,970
$X_3 - X_2$	10717,890	$(Y_2 - Y_3)$	18430,380	Y	50130,780	Y	50130,780
$\sum_{чисел}$	45756,500	$\sum_{знам}$	14773,291	Контроль		Остаточні значення	
$tg\alpha_1$	3,0972449	α_1	72° 06' 23,1"	$Y_2 - Y$	5826,560	α_1	72° 06' 23,1"
$-tg\alpha_3$	-6,4798261	α_2	146° 24' 33,9"	$X_2 - X$	-8772,804	α_2	146° 24' 33,9"
K	9,5770710	α_3	278° 46' 22,7"	$tg\alpha_2$	-0,6641616	α_3	278° 46' 22,7"
				α_2	146° 24' 33,9"		

Розв'язок багаторазової оберненої засічки

1. Обчислення дирекційних кутів і довжин ліній за наближеними координатами

Пункт P_i P	y_i y	x_i x	$\operatorname{tg}\alpha_i$ α_i	$S_i = \frac{\Delta y}{\sin \alpha}$	$S_i = \frac{\Delta x}{\cos \alpha}$
	$y_i - y = \Delta y_i$	$x_i - x = \Delta x_i$			
T_1	54986,970	106467,770	3,097244913	5103,029	5103,029
	50130,780	104899,864			
	4856,190	1567,906	72° 06' 23,1"		
T_2	55957,340	96127,060	-0,664161616	10531,424	10531,424
	50130,780	104899,864			
	5826,560	-8772,804	146° 24' 33,9"		
T_3	37526,960	106844,950	-6,479826122	12753,025	12753,025
	50130,780	104899,864			
	-12603,820	1945,086	278° 46' 22,7"		
T_4	52137,020	112939,820	0,249533641	8286,489	8286,489
	50130,780	104899,864			
	2006,240	8039,956	14° 00' 39,9"		

2. Обчислення вільних членів початкових рівнянь

№№	Дані пункт и T_i	Наближені дирекційні кути: α_{0i}	Обчислені кути (наближені) $\beta_{0i} = \alpha_{0i} - \alpha_{01}$	Виміряні кути β_i	$L_i = \beta_{0i} - \beta_1$	$L_i L_i$
1	T_1	72° 06' 23,1"	0° 0' 0,00"			
2	T_2	146° 24' 33,9"	74° 18' 10,8"	74° 18' 10,8"	0,0"	0
3	T_3	278° 46' 22,7"	206° 39' 59,6"	206° 39' 59,6"	0,0"	0
4	T_4	14° 00' 39,9"	301° 54' 16,8"	301° 54' 15,6"	+1,25"	1,56
					[LL]	1,56

3. Обчислення коефіцієнтів нормальних рівнянь

№ п/п	α_0	(a)	(b)	S км	a	b	A	B	l	S	AA	AB	Al	AS	BB	BL	BS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	72° 06'	19,63	-6,34	5,10	3,85	-1,24											
2	146° 24'	11,41	17,18	10,53	1,08	1,63	-2,76	2,87	-0,01	0,10	7,63	-7,94	0,03	-0,28	8,26	-0,03	0,29
3	278° 46'	-20,39	-3,15	12,75	-1,60	-0,25	-5,44	1,00	0,00	-4,45	29,65	-5,42	0,00	24,23	0,99	0,00	-4,43
4	14° 00'	4,99	-20,01	8,29	0,60	-2,42	-3,24	-1,17	1,25	-3,17	10,52	3,81	-4,05	10,27	1,38	-1,47	3,72
											47,80	-9,55	-4,03	34,22	10,62	-1,50	-0,42

4. Розв'язування нормальних рівнянь

I. $[AA] \delta x + [AB] \delta y + [AL] = 0;$

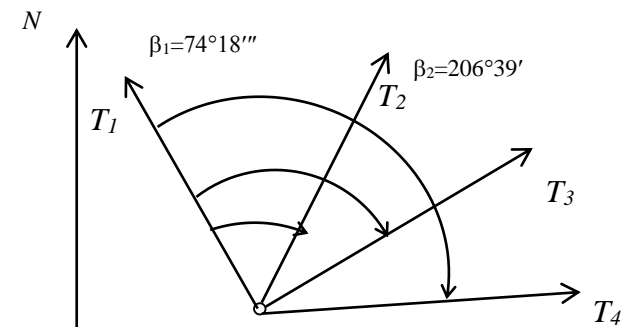
II. $[AB] \delta x + [BB] \delta y + [BL] = 0;$

$[AA] \cdot [BB]$	507,85	$[AB] \cdot [BL]$	14,28	$[AB] \cdot [AL]$	38,48	$\delta x = +0,14$ $\delta y = +0,26$	$P_x = 39,21$ $P_y = 8,71$
$[AB] \cdot [AB]$	91,26	$[BB] \cdot [AL]$	-42,79	$[AA] \cdot [BL]$	-71,47		
D	416,59	D_x	57,07	D_y	0,26		

5. Обчислення кінцевих координат пункту P.

$$x = x_0 + 0,1 \delta x = 104899,864 + 0,0014 = 104899,877$$

$$y = y_0 + 0,1 \delta y = 50130,780 + 0,026 = 50130,81$$



6. Обчислення дирекційних кутів і довжин ліній за зрівноваженими координатами

Пункт P_i P	y_i y	x_i x	$\operatorname{tg}\alpha_i$ α_i	$S_i = \frac{\Delta y}{\sin \alpha}$	$S_i = \frac{\Delta x}{\cos \alpha}$
	$y_i - y = \Delta y_i$	$x_i - x = \Delta x_i$			
T_1	54986,970 50130,807	106467,770 104899,877	3,097255144	5103,000	5103,000
	4856,163	1567,893	72°06'23,29"		
T_2	55957,340 50130,807	96127,060 104899,877	-0,664157571	10531,420	10531,420
	5826,533	-8772,817	146°24'34,47"		
T_3	37526,960 50130,807	106844,950 104899,877	-6,479885332	12753,049	12753,049
	-12603,847	1945,073	278°46'22,40"		
T_4	52137,020 50130,807	112939,820 104899,877	0,249530783	8286,469	8286,469
	2006,213	8039,943	14°00'39,38"		

7. Обчислення поправок v та дирекційних кутів α

№ №	Обчислення v				Виправлені кути $\beta_i = \beta_i + v_i$	Кінцево обчислені дирекційні кути α	Кінцево обчислені кути $\beta_i = \alpha_i - \alpha_1$	v^2
	$A\delta x$	$B\delta y$	L_i	v_i				
1						72°06'23,29"		
2	-0,38	0,76	-0,01	0,37	74°18'11,17"	146°24'34,47"	74°18'11,18"	0,14
3	-0,75	0,26	0,00	-0,48	206°39'59,12"	278°46'22,40"	206°39'59,12"	0,23
4	-0,44	-0,31	1,25	0,50	301°54'16,10"	14°00'39,38"	301°54'16,09"	0,25
						[v^2]		0,62

8. Обчислення $[vv]$

[LL]	[AL] δx	[BL] δy	[vv]
+1,56	-0,55	-0,39	0,62

9. Оцінка точності

$$m_\beta = \sqrt{\frac{(vv)}{n-2}} = \sqrt{\frac{1,56}{4-2}} = 0,56; \quad m_x = \frac{m_\beta}{10\sqrt{P_x}} = \frac{0,56}{10\sqrt{39,21}} = 0,01 \text{ м};$$

$$m_y = \frac{m_\beta}{10\sqrt{P_y}} = \frac{0,56}{10\sqrt{8,71}} = 0,02 \text{ м}; \quad M_P = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2} = 0,02 \text{ м}.$$

Технологія топографо-геодезичних робіт передбачає строгу послідовність виконання окремих процесів робіт, з яких складаються геодезичні роботи в повному обсязі. На початку виконання робіт виконуються організаційні роботи, в які входить вивчення технічного та робочого проектів, потім комплектується бригада, отримуються прилади, спорядження, проводиться інструктаж по техніці безпеки.

Польові геодезичні роботи починаються з уточнення робочого проекту вибору остаточного його варіанту, тобто проводиться рекогностування. Фізико-географічні. Об'єми рекогностування складаються з пунктів мережі полігонометрії, нівелірної мережі та розпізнавальних знаків, які необхідно замаркірувати. Визначення місць та маркування розпізнавальних знаків слід виконати безпосередньо перед самим процесом аерофотознімання для забезпечення зберігання маркірувальних знаків.

Прокладення ходів полігонометрії необхідно виконувати по можливості вздовж шляхів та просік по трьохштативній системі з використанням оптичних центрирів. Кути необхідно вимірювати способом окремого кута, а на вузлових пунктах способом кругових прийомів (двома прийомами). Лінії слід вимірювати електронним тахеометром. Після прокладення ходів полігонометрії виконують геометричне нівелювання, ходи якого повинні пройти по всіх пунктах полігонометрії та по розпізнавальним знакам, якщо вони розташовані поблизу запроектованих ходів. Інші РЗ слід закоординувати за допомогою теодолітних ходів та ходів технічного нівелювання. Два з РЗ слід визначити за допомогою багаторазових засічок (один прямою, другий зворотною).

Виконання камеральних робіт передбачає проведення всіх вирівнювальних обчислень за результатами виконаних польових геодезичних робіт за допомогою сучасної техніки та програмних продуктів, складання та оформлення всіх документів і каталогів. Також до камеральних робіт відноситься виготовлення фотопланів масштабу 1:2000 на основі виконаного аерофотознімання місцевості району робіт на територію комбінованого знімання за допомогою цифрової фотограмметричної станції “Дельта”. Цей

процес повинен бути виконаний після польових робіт та робіт по вирівнюванню результатів польових вимірювань. Результатом виконаних топографо-геодезичних робіт є викреслені плани з зображенням рельєфу у вигляді горизонталей та об'єктів місцевості у згідності з вимогами зображення умовних знаків для масштабу 1:2000.

3.5. Створення планово-висотного обґрунтування для виконання стереотопографічного знімання та виготовлення цифрових планів

У технічному плані процес аерофотознімання з використанням БПЛА складається з трьох етапів: підготовчого, власне знімання, і постобробки отриманих даних.

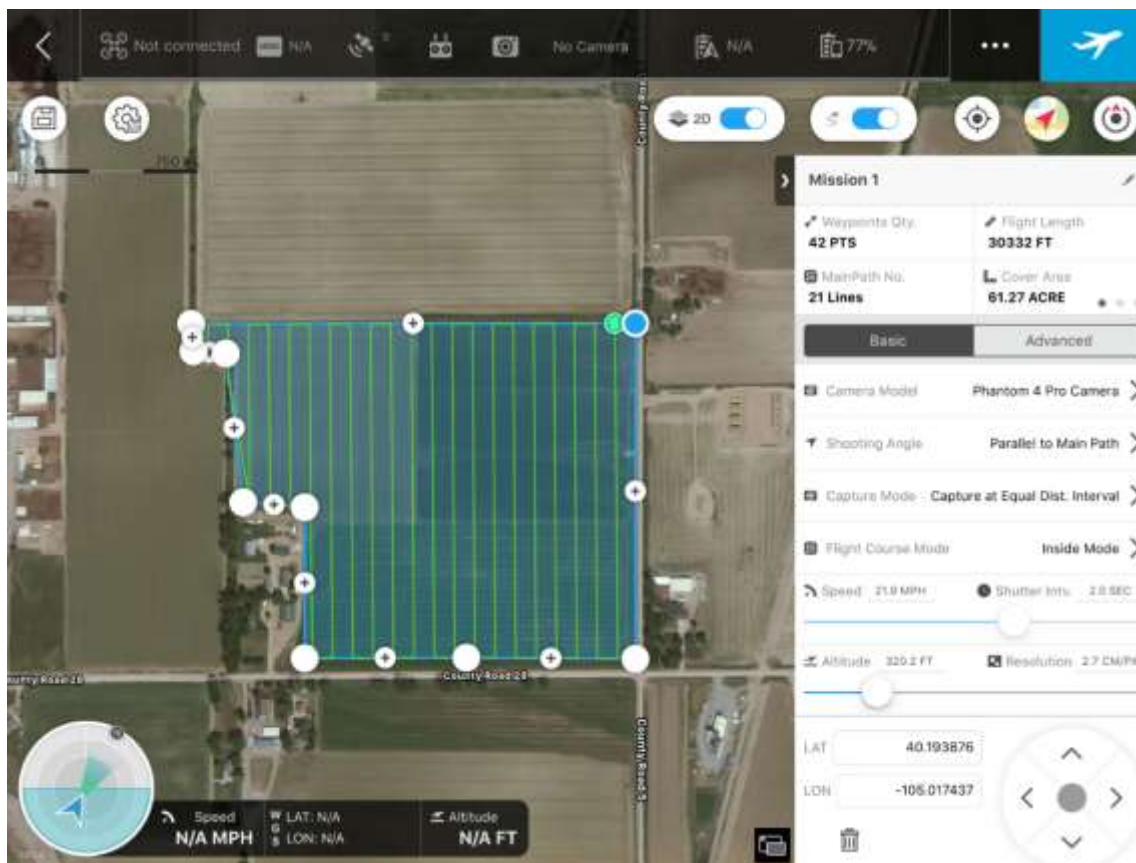


Рис. 3.3. Проектування маршрутів зальоту для БПЛА

Підготовчий етап. На даному етапі проводиться: вивчення наявних матеріалів; формування або збір вимог до матеріалів, які потрібно отримати за результатами знімання – тип і масштаб карти, межі об'єкта знімання; приведення їх до технічних вимог до знімальних матеріалів: дозвіл, координати

контур ділянки знімання, перекриття знімків, точність визначення координат центрів фотографування, вимоги до наземної опорної мережі; формування польотного завдання для БПЛА. Виконується програмою-планувальником польоту, що входить до складу комплексу. Оператор повинен вибрати використовуваний комплекс БПЛА (у разі, якщо програма дозволяє працювати з декількома конфігураціями БПЛА і фотоапаратури), поставити на карті контур ділянки знімання та положення стартового майданчика, встановити необхідну роздільну здатність і перекриття, після чого програма розраховує план польоту і перевіряє його на можливість виконання.

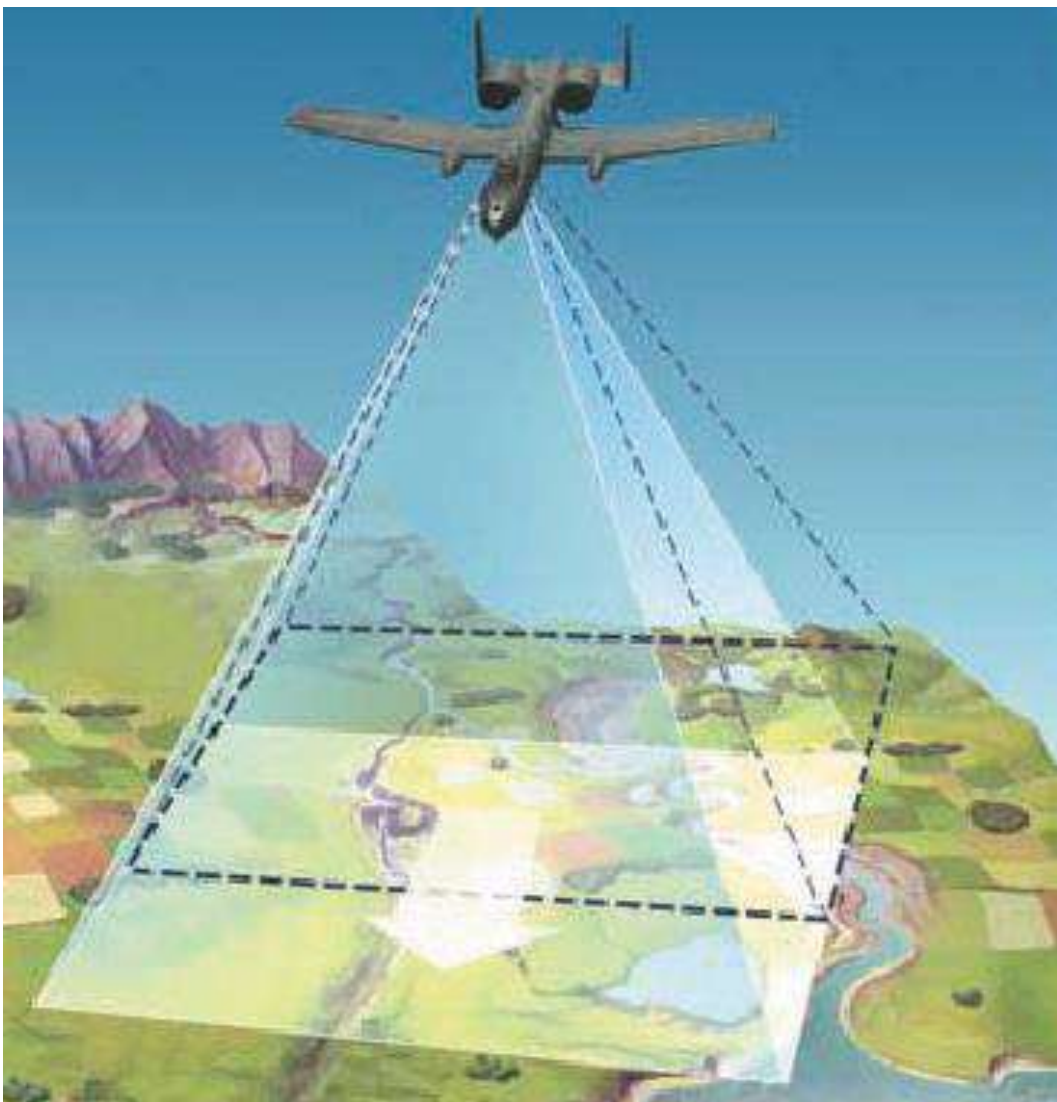


Рис 3.4. Виконання знімання за допомогою безпілотного літального апарату

Виконання аерофотознімання (рис 3.4). При прибутті на стартовий майданчик проводиться: уточнення положення стартового майданчика,

визначення точки повернення та введення даних про швидкість і напрямок вітру на робочій висоті, якщо такі відомі; автоматичне уточнення плану польоту і повторна перевірка його на можливість виконання; старт БПЛА з пускового пристрою; виконання знімання в автоматичному режимі; посадка. При використанні комбінованого способу виконується визначення координат опорних точок, обраних для прив'язки.

Обробка даних. Полягає в: знятті даних (фотознімки і журнал польоту) з бортових носіїв інформації; візуальній оцінці якості фотографій і видалення "технічних" кадрів, якщо такі записані. Під технічними кадрами розуміються знімки, зроблені поза межами ділянки зйомки – при підльоті до ділянки, на дугах розвороту та інші фотознімки не вдалої якості; генерація файлу прив'язки центрів фотографування. В ході польоту апаратура управління веде запис різних параметрів, серед яких – координати, швидкість і параметри орієнтування літального апарату. Після закінчення зйомки з файлу журналу польоту необхідно вибрати координати, що відповідають моментам фотографування, і приписати їх до відповідних знімків. Така обробка, як правило, виконується в тій же програмі-планувальника польотного завдання.

У відповідності з вимогами галузевих інструкцій [16], на приклад для отримання топокарт масштабу 1:2000 необхідна фотооснова, що має дозвіл 15 см/пікс і має похибку визначення координат у кожній точці не вище 60 см. Такий дозвіл легко забезпечується при зйомці з БПЛА з використанням компактних фотоапаратів. Наприклад, зйомка камерами типу Canon S-95 або Sony NEX-5 (з об'єктивом SEL30M35) з висоти близько 200 – 300 м дає знімки, які мають дозвіл 5 см/пікс.

Прив'язка необхідної точності досягається вимірюванням координат центрів фотографування з використанням високоточних GNSS-приймачів у межах референцної мережі, або залученням наземної опорної мережі, точки якої прив'язані з похибкою не вище 30 см [17].



Рис. 3.5. Цифровий знімок на території села Старичі Яворівського району

Кількість точок залежить від площі ділянки місцевості яка знімається, для збільшення точності ортофотоплану потрібно намагатися обирати точки для прив'язки по всьому периметру ділянки яка знімається. До початку аерофотознімання формується польотне завдання за допомогою демо версії програмного забезпечення DroneDeploy – хмарний сервіс і додаток для побудови 2D карт високої роздільної здатності, 3D моделей місцевості.

Сумісні дрони: DJI Mavic Pro, Phantom 3/3 Adv/3 Pro, Phantom 4/4 Pro, Inspire 1/1 Pro, Matrice 100/600. Додаток для iOS і Android замінює собою стандартний додаток DJI Go 4 для управління дроном. У мобільному додатку можна спланувати маршрут і запустити дрон в політ по розрахованому маршруту. Він автоматично зробить фото в потрібних точках і під певним ракурсом. Після польоту відзняті фото з SD-карти пам'яті необхідно завантажити на сервер DroneDeploy для опрацювання. Після опрацювання

фотоплани і 3D моделі можна подивитися як через мобільний додаток так і через браузер, а також надіслати поштою з можливістю перегляду в браузері без спеціального ПО. Мобільний додаток може працювати в оффлайн режимі з попередньо збережених маршрутом і картами Google Maps.

Додаток дозволяє продовжити політ за маршрутом з перерваного місця після зміни акумулятора або вимикання апарата.

Встановлюється роздільна здатність 12 мегапікселів (3000x4000 пікселів), висота польоту 83 метри, швидкість квадрокоптера встановлюється у розмірі 5 м/с, повздовжнє покриття 80% та поперечне 60%, встановлюється положення стартового майданчика.

Після проведених робіт на підготовчому етапі можна переходити до етапу проведення аерофотознімання. Проводиться перевірка та уточнення введених на підготовчому етапі даних. Визначається місце стартового майданчику на місцевості та точки повернення квадрокоптера. Автоматично уточнюється план польоту і повторно перевіряється на можливість виконання. Проводиться старт квадрокоптера за допомогою пускового пристрою з стартового майданчика. Виконання зйомки проводиться в автоматичному режимі за запланованим планом польоту. Посадка проводиться в автоматичному режимі в точку повернення квадрокоптера.

Відомості про квадрокоптер. Для виконання аерофотознімання використовувався квадрокоптер DJI Phantom 3 Professional, він простий у користуванні з інтелектуальною системою, котра допомагає пілоту. Навіть на віддалі 2 км, вбудована технологія надає вам повною мірою керувати квадрокоптером, сформоване польотне завдання завантажується в автопілот дрона.

У польоті всім процесом аерозйомки керує бортова електроніка за допомогою даних GPS / ГЛОНАСС датчиків та передає на пульт відео високої якості в режимі online. Він робить як фото так і відео, для цього треба тільки підключити телефон або планшет і ви побачите все що бачить камера квадрокоптера.

Результат обробки знімальних даних. Обробка даних полягає в знятті даних (фотознімки і журнал польоту) з бортових носіїв інформації, візуальній оцінці якості фотографій і видалення невдалих кадрів, або кадрів які знаходяться поза межею знімальної ділянки.

Створений в програмі *PhotoScan* ортофотоплан має нерівні зубчасті границі та може мати інші дефекти за рахунок недоліків полігональної моделі на краях ділянки. При підготовці до друку графічної копії ортофотоплану необхідно обрізати дефектні ділянки та виконати позарамкове оформлення згідно до вимог інструкції. Ці операції зручно виконувати в програмі *DigitalS*.

Для виконання поставленого завдання в першу чергу необхідно завантажити зображення ортофотоплану в програму *DigitalS*. Для цього треба створити нову карту, виконати команду «**Растр/Открыть**» і вказати шлях до файлу ортофотоплану. Тоді натискаємо на закладку **Карта** і вибираємо пункт **Свойства карты** (рис. 3.6).

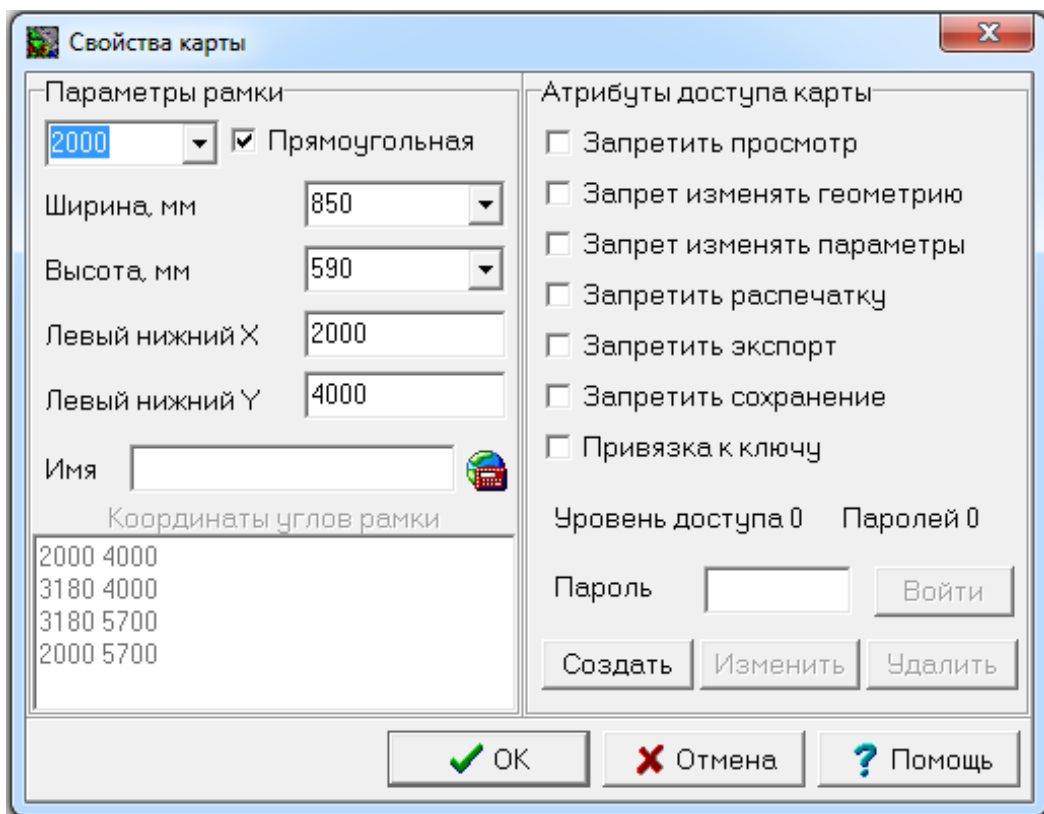


Рис. 3.6. Вікно програми *DigitalS*

В даному вікні необхідно вказати масштаб для створення ортофотоплану 1:2000, ширину та висоту рамки та координати її лівого нижнього кута. Розміри

рамки вибираємо такими, щоб у її межі повністю помістилася ділянка, що підлягає трансформації.

В подальшому ввійшовши в пункт «Орто/Создать» створюємо чистий ортофотоплан на всю територію мозаїки. Відобразиться вікно де вказавши назву файлу, тип зображення та роздільну здатність ортофотоплану. Розрахований розмір пікселя у метрах на місцевості новоствореного ортофотоплану є важливим показником (рис 3.7).

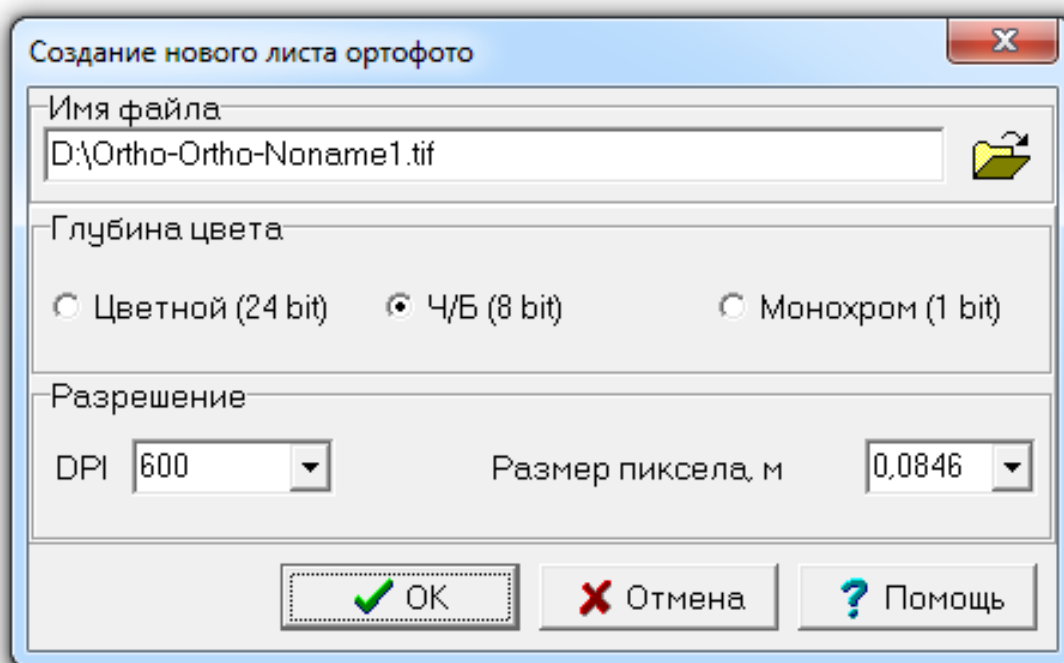


Рис. 3.7. Параметры ортофотоплана

Після введення цих даних та натиснувши кнопку «**Ok**», як результат у іншому вікні відкриється чистий ортофотоплан. За допомогою закладок з іменами файлів здійснюється перехід від вихідного вікна із знімком до вікна ортофотоплану Далі новостворений файл буде поступово наповнюватись трансформованими фрагментами ортофотозображення. Для цього у вихідному вікні потрібно зібрати та виділити полігон у межах, що підлягають трансформуванню виконавши їх трансформування, за допомогою команди «**Орто/Трансформировать**».

В підсумку отримаємо нове ортофотозображення, яке позбавлене дефектів та без зайвих площ.

Для виготовлення на основі отриманого ортофотозображення цифрового ортофотоплану необхідно нанести на нього рамку листа карти, координатну сітку, виконати позарамкове оформлення.

Входимо у закладку **«Вставка/Номенклатурная рамка»**. Відобразиться вікно **«Создать рамку»**, де потрібно вибрати тип рамки (трапеція чи прямокутна), масштаб, координати нижнього лівого кута та розміри рамки.

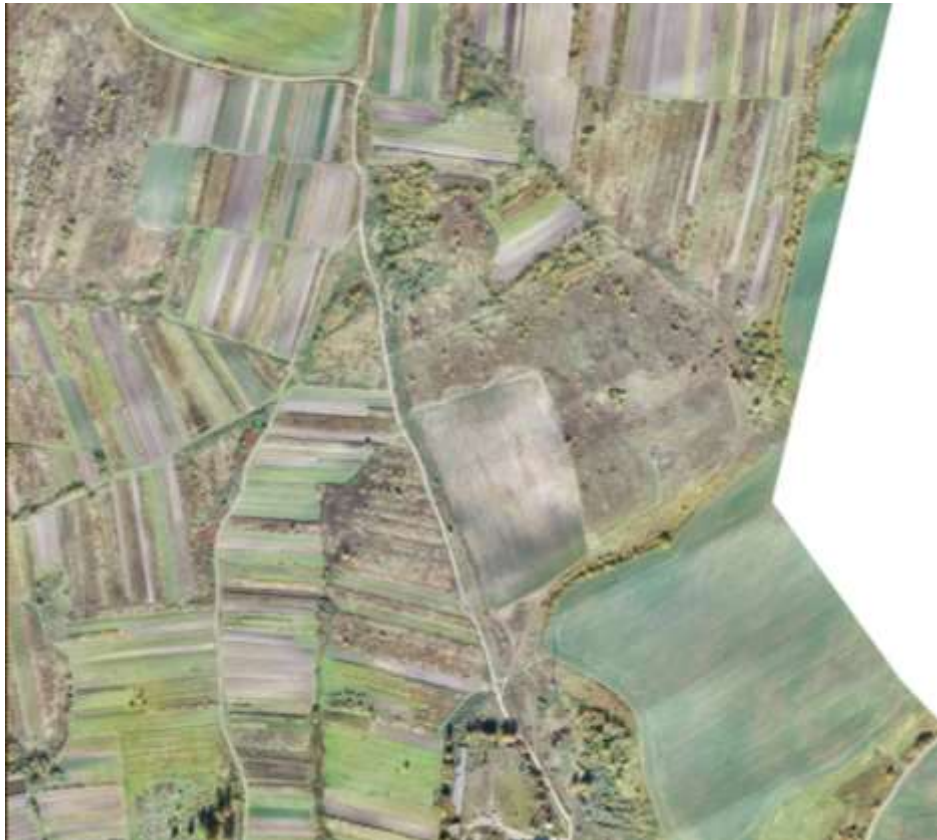


Рис. 3.8. Приклад частини трансформованого ортофотозображення

Ці параметри аналогічні, як і при створенні рамки чистого ортофотоплану. Натискаємо кнопку **«Создать»** і програма побудує рамку планшета з позарамковим оформленням згідно до заданих параметрів. Далі змінюємо запропоновані підписи на свої розрахунки. Для цього необхідно їх помітити, натиснути праву кнопку миші і вибрати пункт **«Редактировать»**.

Для побудови координатної сітки треба вибрати закладку **«Вставка/Сетка»**. В результаті відкриється вікно (рис 3.9), в якому вказується назва шару, сітка, крок сітки та координати нижнього лівого кута, спосіб представлення сітки (суцільну або перехрестями).

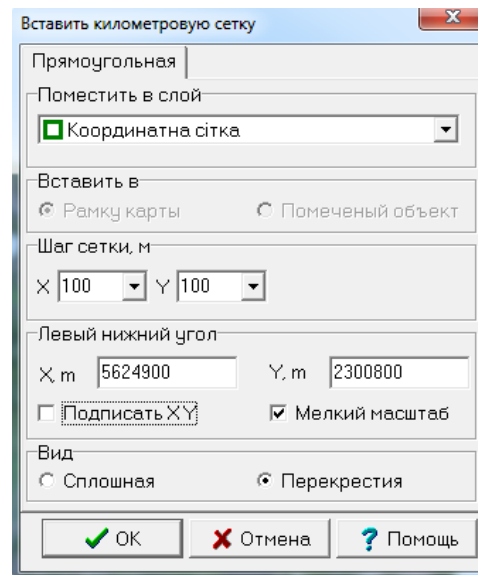


Рис. 3.9. Приклад побудови координатної сітки

Якщо в стандартному наборі відсутній шар «**Координатная сетка**», то треба його створити. Для цього заходимо в менеджер шарів (кнопка). Натискаємо праву кнопку мишки і вибираємо пункт «**Добавить**» та вказуємо назву новоствореного шару і задаємо його атрибути (колір, стиль лінії, товщина).

3.6 Створення топографічного плану 1:2000 для села Старичі Новояворівської ОТГ

Цифровою моделлю рельєфу створено методом побудови регулярної сітки на ЦФС «Дельта» з використанням програмного забезпечення «Digitals». Побудова регулярної сітки виконувалась в стерео режимі шляхом набору відміток місцевості та проведення структурних ліній і горизонталей з подальшою побудовою сітки в автоматичному режимі на кожному стереопару. Контроль побудови регулярної сітки та рельєфу виконувався на кожному стереопару в стереоскопічному режимі. Відмітки висот, модель рельєфу місцевості не відображались. Побудова ЦМР виконана для точного планового відображення цифрової моделі місцевості.

Дешифрування виконувалось камеральним методом на фотопланах, створених за допомогою цифрової фотограмметричної станції «Дельта» в

програмі «Digitals». Для виконання оцифрування карти використовувались закладки – **Сбор, Правка, Инфо, Список**. В закладці **Сбор** відображається який шар ми цифруємо, також шаблон активного шару і режим конструювання. В закладці *Правка* ми можемо виконувати різні операції із шарами, їхнє редагування. В *Список* ми можемо переглядати список оцифрованих об'єктів.

Для того, щоб розпочати процес цифрування із закладки *Список* вибираємо необхідний нам шар, який вказуємо в полі *Активный слой*, а у вікні **Шаблон сбора** вибираємо геометричний примітив для оцифрування. При необхідності, якщо нема потрібного шару, ми його створювали за допомогою кнопки **Слой**. В діалоговому вікні ми створювали/перейменовували активний шар, змінювали атрибути лінії, вказували тип шару (полігон/полилиния, пикет, таблица і т.д.).

В результаті роботи були оцифровані всі типи шарів необхідних для побудови цифрового плану території с. Старичі

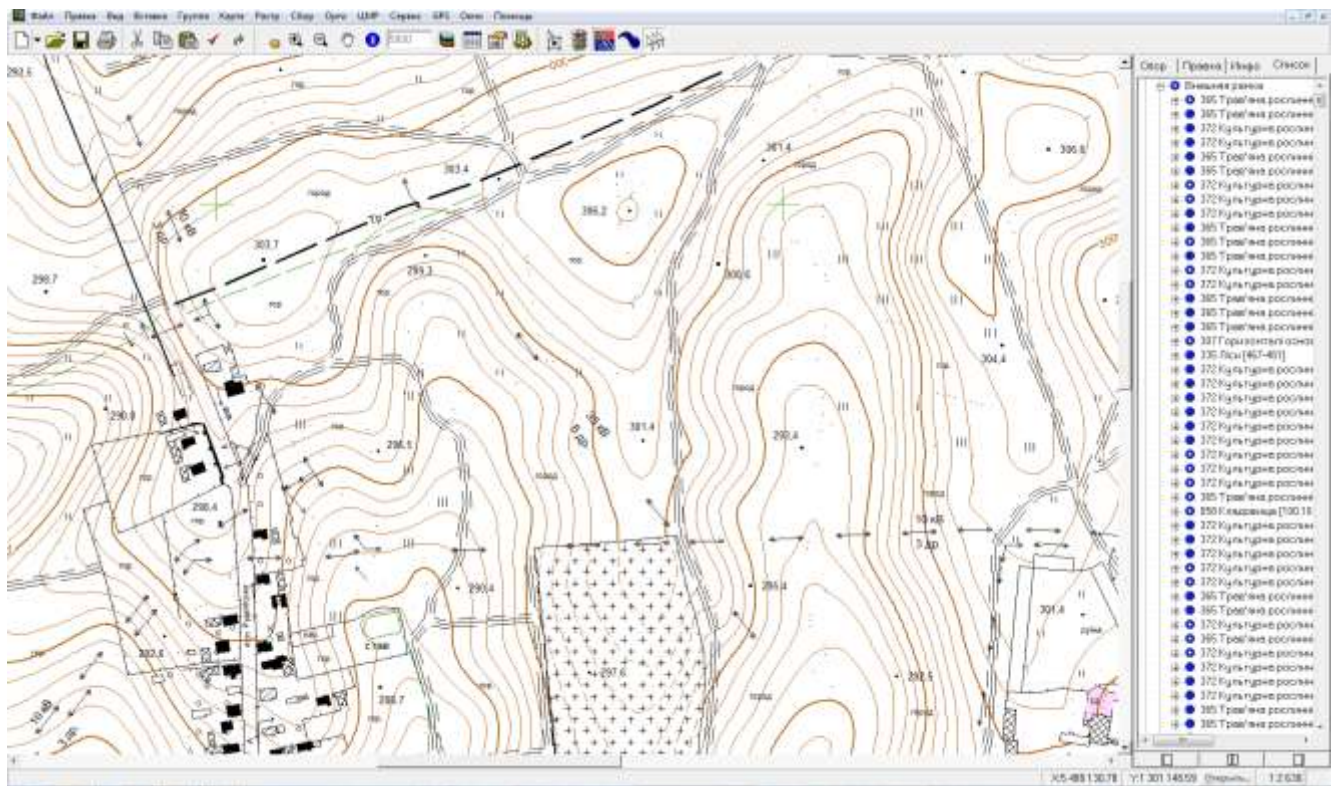


Рис. 3.10. Створення топографічного плану 1:2 000 (фрагмент) за цифровими знімками для території с. Старичі.

При виявленні помилок при зборі об'єктів є можливість їхнього редагування (виправлення геометрії, як наприклад зміна розташування поворотної точки, топологічне узгодження об'єктів тощо). Всі операції редагування виконуються при умові виділення об'єкта та використовуючи інструментальну панель «Правка».

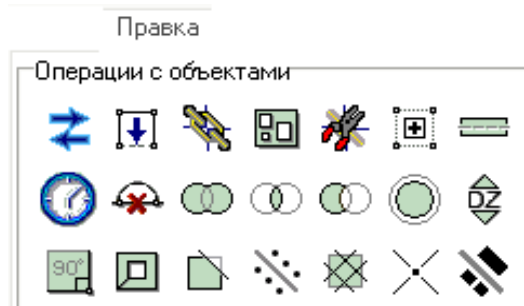


Рис.3.11. Закладка «Правка»

Під час збору часто використовується закладка «Інфо». Ця закладка призначена для того, щоб після завершення процесу збору об'єкта надавати йому відповідні семантичні (атрибутивні) характеристики. Після збору кожного об'єкта закладка «Інфо» стає активною, і на ній з'являються рядки, в які вносяться всі необхідні характеристики.

Контроль якості створеного плану передбачає виконання кількох типів перевірок. Найбільш поширеною перевіркою є виявлення помилок локалізації. Для перевірки натискаємо «Карта»-«Перевірка»-«Локалізація». З'являється вікно зі списком об'єктів які потрібно редагувати (рис.3.12).

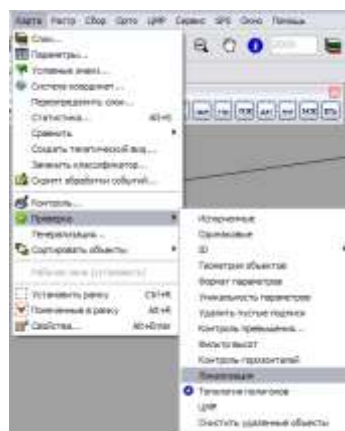


Рис.3.12. Вікно зі списком об'єктів

Натискаємо на шар зі списку, об'єкт відразу підсвітиться червоним на плані та виправляємо помилкові об'єкти. Після редагування карти проводимо повторний контроль.

Для перевірки об'єктів використовують функцію «Правка»-«Знайти», при цьому відкривається вікно пошуку об'єктів і задаємо параметри за якими будемо проводити пошук. Цей спосіб редагування дозволяє віднайти та виправити об'єкти, яким не було надано семантичну характеристику (наприклад тип будівлі –КЖ, КН тощо).

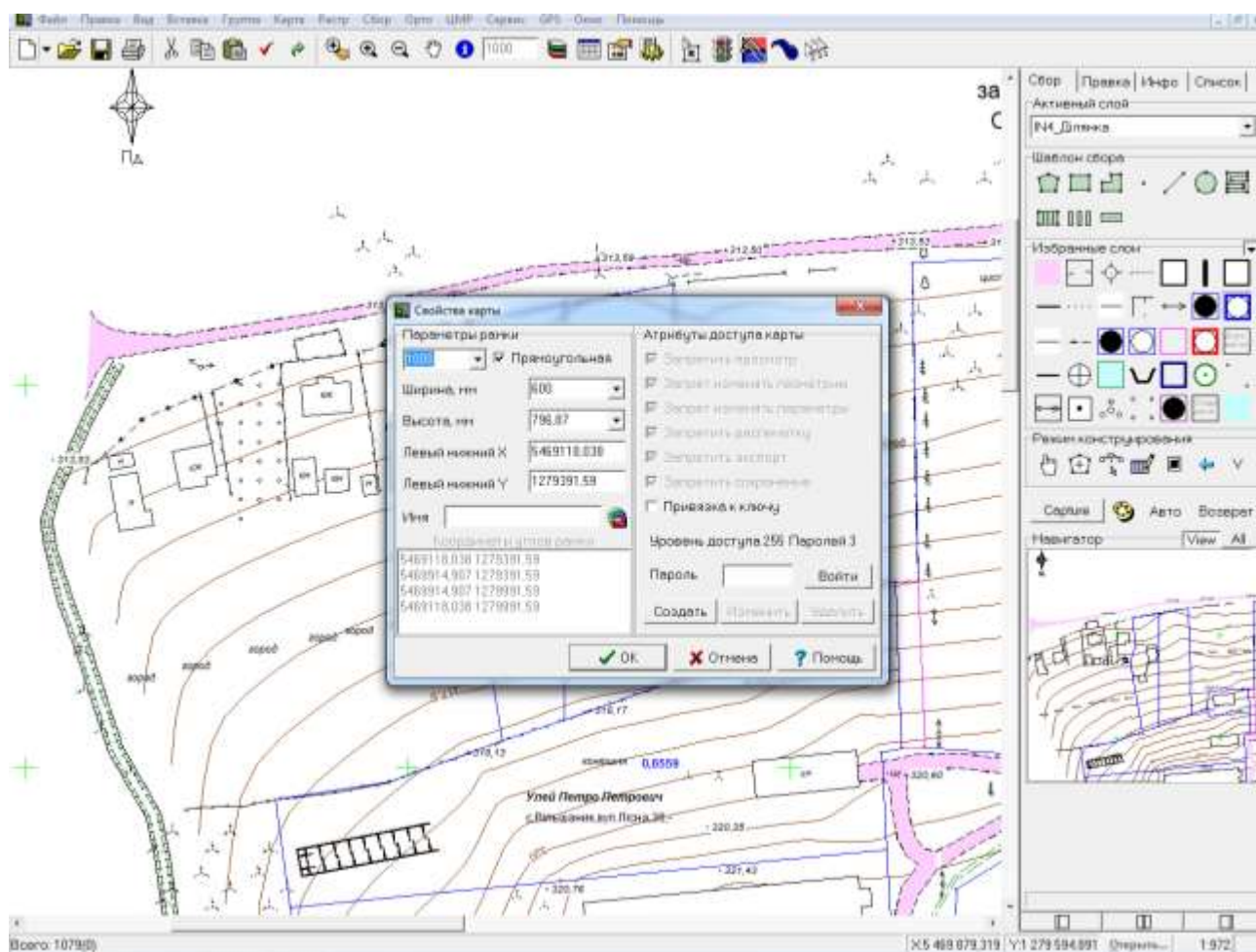


Рис. 3.13. Вікно властивостей карти

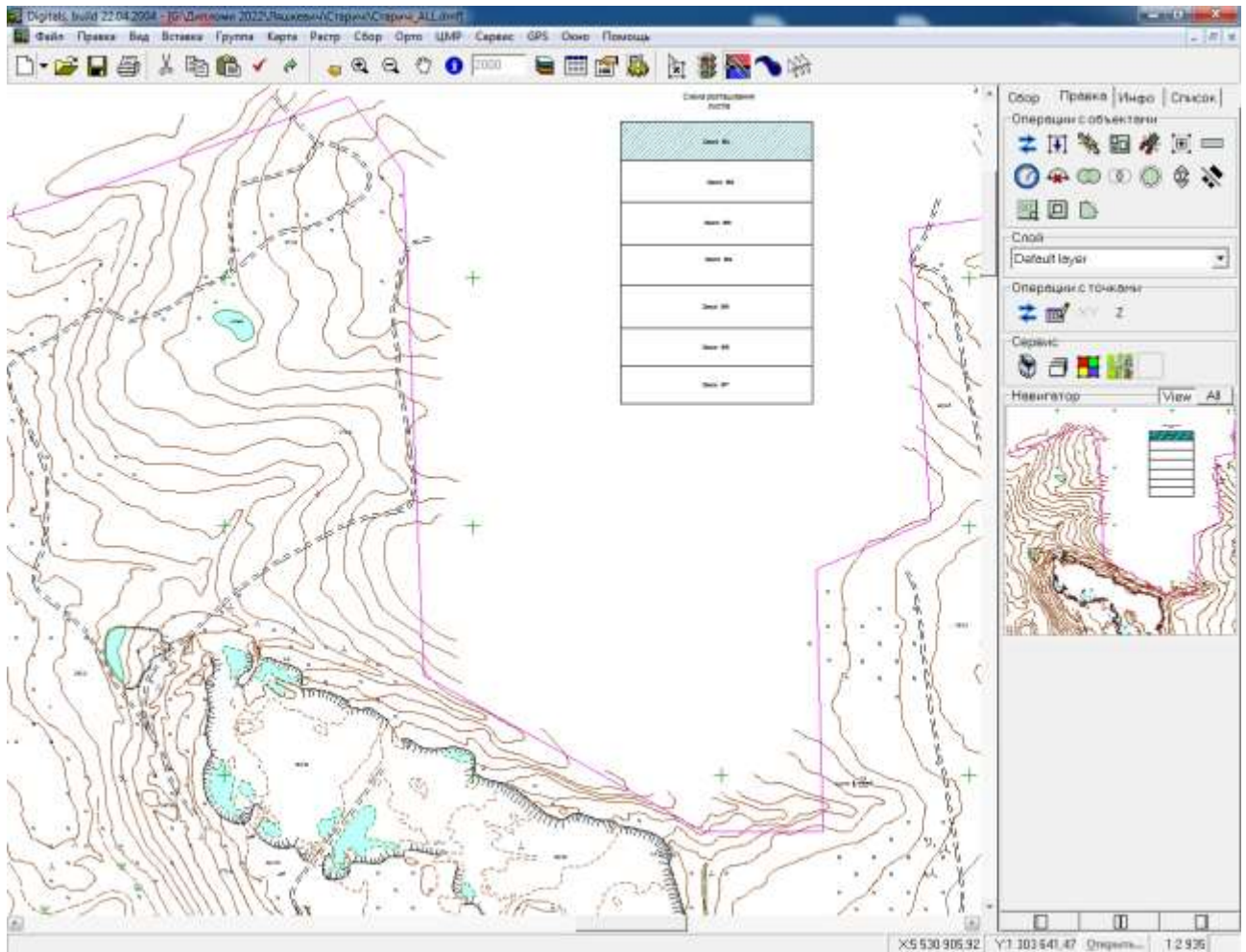


Рис. 3.14. Фрагмент карти села Старичі та розташування листів

Після виправлення всіх помилок отримуємо цифровий топографічний план масштабу 1:2000 (Рис.3.15).

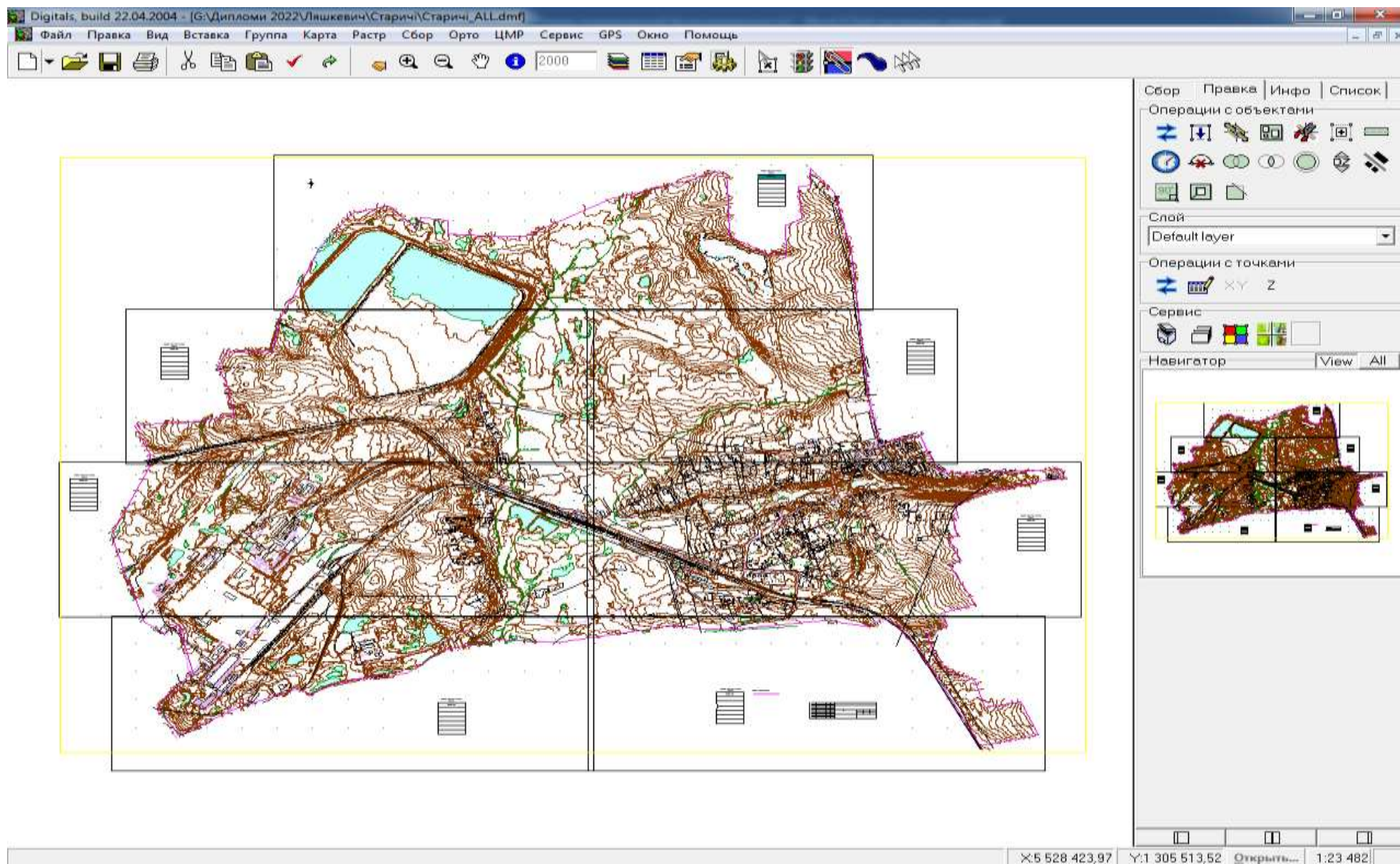


Рис. 3.15 Цифровий топографічний план села Старичі

4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Збереження природного середовища, раціональне використання природних ресурсів та збереження екологічної безпеки людини є найважливішими завданнями, головним ланцюгом економічної і соціальної політики будь-якої держави.

Нинішня екологічна ситуація в Україні може бути охарактеризована як глибока всебічна еколого - економічна криза, що виникла не лише внаслідок хижацької імперської політики щодо України, а й значною мірою зумовлена еколого-правовим ігноруванням вимог природоохоронного господарства.

Безперечно, суспільні економічні відносини як інтегрований об'єкт правового регулювання, здійснюваного засобами законодавства, почали формуватися недавно і нині набрали достатнього ступеня зрілості. Про це свідчать прийняті в Україні за останні роки законодавчі акти, якими в повній мірі регульовані правовідносини, пов'язані з охороною довкілля, рослинного та тваринного світу, водних об'єктів, здоров'я населення від шкідливих наслідків промислового та сільськогосподарського виробництва.

Основоположні законодавчі нормативні акти, прийняті Верховною Радою України, Президентом України та Кабінетом міністрів України, міністерствами та відомствами з питань охорони довкілля.

Постанови Верховної Ради України: «Про екологічну обстановку в республіці та заходи по її докорінному поліпшенню» від 17.02.1990 р.; «Про земельну реформу» від 18.12.1990 р.; Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р.; Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 18.10.1992 р.; Закон України «Про тваринний світ» від 16.03 1993 р.; Закон України «Про екологічну експертизу» від 09.02.1995 р.; Закон України «Про пестициди та агрохімікати» від 02.03.1995 р.; Кодекси України: Лісовий кодекс України від 21.01 1994 р.; Кодекс України про Надра від 27.07.1994 р.; Земельний кодекс України від 13.03.1992 р.; Повітряний кодекс України від 04.05.1993 р.

До земельних ресурсів відносяться орні землі, землі пасовищ та багаторічних насаджень. З метою охорони земельних ресурсів на підприємствах розроблені правила і заходи, яких необхідно дотримуватись і які строго контролюються. Вони розроблені на основі загальноприйнятих в Україні і які розроблені з врахуванням особливостей місцевості і ландшафту.

Серед основних правил охорони земельних ресурсів є такі:

- заборонено використовувати техніку, яка технічно несправна з метою запобігання розливу паливо-мастильних матеріалів;
- заборонено робити переїзди по сільськогосподарських угіддях тракторів та автомобілів поза технологічним процесом, в зв'язку з тим, що такі заходи сприяють погіршенню структури ґрунту та падіння врожайності;
- зберігати мінеральні добрива та інші хімічні речовини, в спеціально відведених місцях, не допускати попадання їх в ґрунт, а також попадання води.

При виконанні сільськогосподарських робіт всі види обробітку ґрунту на схилах крутизною більше 1° передбачено проводити впоперек схилу. На схилах складної форми напрямком обробітку ґрунту повинен максимально наближатись до напрямку горизонтами місцевості. Такий обробіток запобігає стіканню води і змиву ґрунту на схилах крутизною до 3° та являється самостійним заходом боротьби з водною ерозією.

Вода – один із найважливіших екологічних чинників, без якого життя неможливе. Вивчаючи джерела забруднення особливу увагу треба звернути на такі:

- тваринницькі ферми і комплекси (неправильне зберігання і розміщення гноєсховищ може призвести до забруднення водних джерел);
- мінеральні добрива і отрутохімікати (їх необхідно використовувати, враховуючи встановлені правила і норми їх застосування, а також використовувати їх з врахуванням водоохоронних та санітарно-захисних зон, створених довкола водних об'єктів);
- стоки з машинних дворів, майстерень, складів пального і мастил (ці стоки, попадаючи у воду, псують її смакові якості, вода стає непридатною для

споживання; утворена на поверхні води плівка із мастил і нафтопродуктів погіршує газообмін, надходження у воду кисню, а попадаючи на рослини погіршує їх фізіологічні функції, може призводити до відмирання).

- стоки побутові та переробних підприємств (на території району можуть знаходитись підприємства, що переробляють сільськогосподарську продукцію - консервні цехи і заводи, ковбасні, м'ясоконсервні цехи, молочарні, сироварні тощо їх стічні води, а також стоки побутових підприємств, каналізаційні стоки в селах здебільшого скидаються в річки та інші водоймища не очищеними, вони забруднюють джерела води, дуже погіршують екологічну ситуацію). Але серйозних забруднень і порушень на території Шацького національного природного парку не виявлено.

Основним джерелом забруднення і засмічення річок залишаються стічні води (20% від загальної маси), оскільки технічна вода, яка була використана знову повертається у водойми. Показниками забруднення є каламутність, вміст рухомих частинок, загальний вміст розчинених речовин, кислотність, концентрація розчинного кисню. Ці скинуті в річку стічні води згубно діють на живі організми та значно погіршують гідрохімічний режим. Тому такі води необхідно очищати. Існує загальний тип очисних споруд, які очищають механічними і біологічними методами. Водні джерела постійно накопичують продукти ерозії, від чого поступово міліють, втрачають свою екологічну роль. Щоб ця роль зберігалась, систематично повинні здійснюватися заходи запобігання замулюванню річок і водоймищ. Серед них слід виділити протиерозійну організацію території, задерніння схилів, лісомеліоративні заходи. Прибережні смуги вздовж річок повинні залишатися нерозорані, а їх русла розчищені. У комплексі заходів охорони водоймищ важливе місце займає заліснення крутосхилів, що прилягають до водоймищ.

Третім найважливішим екологічним чинником, який потребує охорони та систематичного контролю за його станом, є атмосферне повітря. Аналізуючи стан охорони повітря, треба насамперед слід звернути увагу на джерела його забруднення, серед яких такі: викидні газу двигунів тракторів, автомобілів,

комбайнів та інших машин, які використовуються на виробництві; викиди промислових та побутових підприємств.

Потрібно відзначити, що неоціненним скарбом населення є його здоров'я і на його зміцнення виправдані будь-які затрати, якими великими вони б не були. Для визначення економічної ефективності інвестицій в охорону довкілля і конкретних затрат на здійснення окремих заходів, економічною наукою розроблені критерії і показники та методичні підходи до їх визначення.

Основу фінансування природоохоронних програм на місцевому рівні складають кошти фондів охорони навколишнього природного середовища. Відбувається розпорошення коштів між чисельними, малими за розмірами фондами, і не дозволяє фінансувати практичні заходи по ліквідації та зменшенню забруднених територій. В умовах дефіциту фінансових можливостей країни це не може бути виправданим. Як показує проведений науковцями аналіз фондів охорони навколишнього природного середовища, кошти використовуються нераціонально. Незважаючи на обмеженість коштів на природоохоронну діяльність, має місце значний залишок невикористаних коштів на кінець року. Причому це стосується як місцевих, так і Державного фондів охорони навколишнього природного середовища.

На разі також створено фінансові механізми цільового залучення коштів, до реалізації природоохоронних проектів. Залучати кошти від громади можна лише через прошарки населення, які реально мають відносно вільні фінансові ресурси, це – підприємці. Бо сподіватися на активність населення нині марно. Підприємців треба заохочувати до фінансування природоохоронних проектів і місцева влада має для цього деякі важелі – інвестиційна, цінова, податкова, рентна та інші політики. Так, можливе надання більш привабливих ділянок для розміщення торговельних точок або будмайданчиків для підприємців, які активно включаються до внутрішнього природоохоронного інвестування, створення специфічних місцевих привілеїв для підприємців, звільнення їх від частини місцевих податків і зборів тощо. Головне – це активний пошук механізмів, які можуть стати ефективними попри вади чинного законодавства.

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

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційно-технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі роботи.

На сьогодні значних збитків виробництву завдає травматизм та захворюваність. Необхідною умовою запобігання виробничому травматизму та аваріям має стати на виробництві розробка спеціальних заходів на основі глибокого аналізу стану охорони праці, що характеризується наявністю на робочих місцях небезпечних виробничих факторів, умов, при яких вони можуть діяти на людей.

Виконання такої роботи можливе лише при впровадженні на виробництві системи управління охороною праці, яка в свою чергу ґрунтується на впровадженні державних стандартів безпеки праці, галузевих стандартів та стандартів підприємств.

Особливості польових робіт складаються в тому, що вони виконуються під відкритим небом при великих коливаннях температури і вологості. На польових роботах праця і побут робітників невіддільне, тому здоров'я робітників і їхня працездатність багато в чому залежать від устрою побуту, відпочинку, харчування.

Незакалені робітники і студенти-практиканти в перші дні роботи при високій температурі повітря іноді занедужують від сонячного опіку, сонячного або теплового удару. Симптоми: почервоніння шкіри, сверблячка. Другий ступінь опіку - утворення прозорих пухирів, нездужання, головний біль. Слід запобігати прямого влучення сонячних променів.

При низькою температурі допускається виробництво робіт у поле в безвітряну погоду до - 25 °С, а на вітрі або на сигналі до - 10 °С із періодичними обігріваннями.

Режим харчування. В середньому у дорослої людини основний обмін дорівнює 1 ккал (4,2 Дж/кг на 1 кг маси людини в 1 ч). Наприклад, у людини масою 75 кг добовий обмін буде біля $75 \times 24 \text{ ч} = 1800 \text{ Ккал}$ (7,5 кДж). На зігрівання і засвоєння їжі витрачається приблизно 10 % від основного обміну, отже, у нашому прикладі це складе 180 - 200 Ккал (0,75 кДж).

З огляду на ці дані й особливості геодезичних робіт, можна представити орієнтовані добові енергетичні витрати робітників геодезичних підприємств, а також масу і калорійність продуктів їхнього харчування в польових умовах.

Ремонт і будівництво геодезичних знаків. Заготівля лісу для будівництва знаків у лісових районах ведеться силами будівельних бригад. Крім того, лесорубочні роботи припадає виконувати при прорубці просік і візирок, розчистці площадки для будівництва знака, маркіруванню РЗ, устаткуванні переправ і т.п.

Більшість нещасливих випадків на лесорубочних роботах відбувається в зв'язку з падінням суків, дерев, завалом шляхів і небезпечними прийомами до роботи з інструментами й ін. Тому в першу чергу лісозаготівельна партія повинна підготувати площадку: очистити ділянка лісосіки від небезпечних дерев, відмежувати небезпечні зони, а також розбити ділянка заготівель на лісосіки, установити шляхи (волоки), підготувати лісовозні дороги і ділянки зрізки відходів, суків, провести устрій складів лісу.

До числа небезпечних і негожих дерев, що вирубуються при очистці лісосік у підготовчий період, ставляться: гнилі, сухостійні, що завислі, нахилені.

Підготовка (очистка) проводиться під керівництвом бригадира, а контроль і перевірку виконання підготовчих заходів здійснює керівник робіт і суспільний інспектор по охороні праці.

Спилювання починається з підпили дерева з боку, на якій намічається його валка, при цьому необхідно враховувати: де більше крона, куди дерево має нахил і куди зручніше його покласти для наступної опрацювання. Дерево звалюють виделкою, древовалом, домкратом, а частіше усього гідроклином.

Бензопила в процесі роботи створює помітну вібрацію, що викликає вібраційну хворобу пильщика. З метою попередження і захисту від гомону і вібраційної хвороби рекомендується: обмеження часу роботи бензопилою до 50% денної робочої зміни, чергування з іншим видом робіт, заборона понаднормових робіт із бензопилою, обов'язковий годинної обідня перерва, видача мотористу теплих рукавиць, віброперчаток, устрій резинових ручок з амортизаторами віброгасників у бензопили, щомісячний медичний огляд робітників, переклад на іншу роботу при виявленні ознак вібраційної хвороби.

Будівництво геодезичних знаків являє собою саму трудомістку, дорогу і небезпечну частину робіт із триангуляції і полігонометрії. Більш того, вона рахується роботою підвищеної небезпеки і дає найбільший коефіцієнт тяжкості травматизму.

У містах будують сучасні високі будинки, вони нерідко перешкоджають взаємній видимості між пунктами існуючої мережі, тому геодезисти змушені створювати нову геодезичну основу міста і будувати нові сигнали на дахах високих сучасних будинків міста. Така робота вимагає відповідних мір безпеки.

Робота з будівництва геодезичних сигналів вимагає притягнення добре підготовленого персоналу, минулого спеціальну курсову підготовку з вивченням безпечних методів робіт на височині. Усі відповідальні роботи з будівництва і підйому сигналу від початку до кінця здійснюються при особистій участі керівника робіт.

З огляду на вимоги безпеки, керівник робіт вибирає місце для табору на віддалі не менше чим три височині сигналу від мурованого пункту. Розміщення складу матеріалів, механізмів, транспортних засобів - не ближче, ніж на одну височинь знака. На такому ж віддалі від місця будівництва площадку очищають від кущів і підліска, вирівнюють від бугрів тощо.

Для безпечної зборки сигналу на землі роблять козли, що трохи піднімаються до верхньої частини сигналу. На козлах надійно зміцнюють підтоки - упори для основного стовпа, довкола якого повертається на 60° перша

рама, і посилюють ці упори стовпами, заритими в землю, для того щоб рама при повороті не зрушувалася з цап.

Заготівля лісоматеріалів і деталей робиться строго по нормам, прийнятій технології і графіку зборки і монтування сигналу.

У процесі будівельних робіт повинні строго виконуватися правила техніки безпеки, по яких не дозволяється: працювати без касок, у плащах, халатах, фартухах, передавати інструмент товаришу кидком, працювати інструментом із погано насадженими ручками і черешками, протесувати підтоки, притискаючи їхніми ногами й ін. У якості піднімальних засобів використовуються блоки, троси, трактори, тягачі, усюдиходи. Діаметр блоків при роботі з ручним приводом (воротом) повинний бути не менше 16, а при роботі з машинним приводом - не менше 20 діаметрів троса. Нові блоки повинні мати фабричний сертифікат або свідчення про лабораторний іспит, а блоки, що були в роботі, піддаються технічному огляду: технічному огляду, статичному і динамічному іспитам.

Спостереження на сигналах. Для роботи на пунктах триангуляції необхідно забезпечити безпечне піднімання спостерігача на площадку сигналу. Тому до виробництва спостережень бригадир проводить ретельне обстеження сигналу з метою перевірки надійності сходів, вихідного люка й усіх площадок. Несправні, розбовтані, що загнили сходи, а також дошки площадок, що загнили, необхідно замінити новими. Перевіряється надійність перил на площадках. Спостерігач зобов'язаний підніматися на сигнал із вільними руками, але за плечима в рюкзаку може мати вантаж не більш 6 кг.

При грозі й ожеледі підніматися на сигнал і працювати на ньому не дозволяється. Після дощу дозволяється піднімання тільки після того, як просохнуть сходи і дошки площадок.

Прилади на сигнал піднімають за допомогою тросів і блоків. Для піднімання приладу блок підв'язують до основного стовпа на висоту 1,8-1,9 м від статі площадки, не піднімаючись при цьому на перила. Перекинувши канат через блок, підв'язують до його кінця ящик із приладом (підв'язують не за

ручку, а за мотузку, якої обв'язаний ящик хрест-навхрест), а також контрольний канат, опущений із площадки сигналу. Інший кінець контрольного каната підтягується на площадку сигналу і навивається за підставу столика так, щоб контрольний канат увесь час знаходився в натягнутому стані. Третя мотузка, підв'язана до ящика, служить оттяжкою, із тим щоб ящик із приладом при підніманні і спуску не вдарявся об віденців сигналу.

Людина, що піднімає прилад на площадку сигналу, повинна підв'язати себе ланцюгом запобіжного поясу до основного стовпа сигналу. При прийманні ящика він повинний брати його за обв'язку. Під час роботи на сигналі двері вхідного люка щільно закривають і вона служить рівною статтю, безпечним для роботи спостерігача.

Не можна вставати на перила під час підв'язки тенту.

На сигналі не варто проводити спостереження при сильному вітрі (більш 6 балів - 12 м/с) і при температурі нижче - 10 °С.

Тривале перебування спостерігача на сигналі в холодну погоду наводить до порушення кровообігу - застою крові. Як слідство цього з'являється скутість рук і ніг, губиться здатність надійно чіплятися пальцями за сходини сходів при спуску із сигналу, що може привести до падіння спостерігача. Для запобігання явної небезпеки в холодну погоду необхідно страхувати спостерігача, що злазить, шляхом підв'язки його канатом, заздалегідь перекинутим через одну з верхніх щаблин. Це робить людина стоячий насподі. Якщо ж є ще хто на площадці сигналу, то він повинний страхувати свого товариша травленням каната поверх.

При підніманні на сигнал і спуску із сигналу треба користуватися взуттям, підошва якого не сковзає, а має гарне зчеплення з дерев'яними сходинами сходів.

Водяні переправи

Змушені в процесі робіт водяні переправи порушують режим, ритм польових геодезичних робіт і нерідко створюють велику небезпеку. Небезпеці піддаються новачки, малодосвідчені і недостатньо навчені робітники.

Водяні переправи здійснюються: вбхід (пішки, автомашиною, усюдиходом), перевозом - плавом (на човнах, плотах, поромах, усюдиходах), переходом (по льоду, греблі, мосту).

На більшості мілководних малих рік, що мають щільний ґрунт дна і швидкість плину не більш 2 м/с, допускається вільна переправа вбхід пішки і на будь-якому транспорті при температурі не нижче +12 °С. Деякі старі броди, зображені на топографічних картах, можуть бути негожі внаслідок зміни глибини річища весняними повенями. Отже, як нові, так і старі броди необхідно старанно досліджувати на місцевості: з'ясувати дійсну глибину, ширину і швидкість плину, характер ґрунту дна, крутизну берегів, час і рівень повеней. Варто пам'ятати, що для різних засобів переправ установлена визначена глибина занурення при різноманітній швидкості плину води в річці.

Під час роботи в камеральних умовах виникає статистична втома. Для того, щоб не допустити негативного впливу на організм статистичної напруги ні в якому разі не слід забувати про раціональний режим праці відпочинку, робити паузи в роботі і виконувати рухомі вправи.

Оскільки робота виконується в сидячому положенні, то через довготривалу напругу м'язів стискаються кровоносні судини, тому погіршується кровообіг і до м'язів потрапляє недостатня кількість кисню. В результаті; понижується обмін речовин, накопичуються шлаки у тканинах.

Для створення умов нормального положення тулуба під час роботи робочі місця повинні мати хороші крісла з регулюванням сидіння до росту працівника.

Робоче місце має добре освітлюватись.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційній магістерській роботі Топографічна зйомка масштабу 1:2000 для розробки генерального плану села Старичі Новояворівської об'єднаної територіальної громади Яворівського району виготовлено топографічний план масштабу 1:2000 в цифровому вигляді.

У роботі представлені основні фізико-географічні дані та властивості про об'єкт знімання, наведено основні відомості про розробку та затвердження генерального плану населеного пункту. Розглянуто технологію створення планових висотних основ для проведення аерозйомки та створення на основі них цифрових планів та карт. Розраховано точність планового та висотного положення орієнтирів, що відповідає вимогам Інструкції щодо топографічного знімання території в певних заданих масштабах. Для топографічної зйомки проведено розрахунок точності побудови інженерно-геодезичної основи для великомасштабної зйомки, а саме: розрахунок точності ходів полігонометрії 4 класу та 1,2 розрядів. Запропоновано порядок проведення аерофотозйомки БПЛА. Вибрані та обґрунтовані місця для розміщення розпізнавальних знаків встановлені та призначені для аерофотозйомки. Наведено переваги використання безпілотних літальних апаратів по відношенню до традиційних методів аерофотознімання з використанням традиційних контактних методів наземного знімання, а саме: скорочення витрат часу на топографічні роботи, можливості не залежно від масштабу зальоту створення різних масштабів планів місцевості; За заделегіть запрограмованим маршрутом виконується повністю автоматизований політ БПЛА. Але поряд з цим недоліками використання БПЛА є: неможливість аерофотозйомки за несприятливих кліматичних погодних умов; великий вплив на точність знімання мають погодні умов; неможливість швидко перевірити точність зйомки відразу після виконання знімання.

Отримавши ортофотоплан місцевості, його можна використовувати для багатьох сфер діяльності територіальної громади, зокрема розробки

генеральних планів, зонування території, моніторингу, земельного кадастру та землеустрою. Для обробки результатів зйомок за допомогою програми DigitalS виготовлено топографічний план села Старичі Яворівського району масштабу 1:2000.

У роботі запропоновано заходи щодо покращення охорони навколишнього середовища на цій території. Також були розглянуті аспекти техніки безпеки та безпеки під час топографо-геодезичних польових робіт.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Геодезичний енциклопедичний словник. / За ред. Володимира Літинського – Львів: Євросвіт, 2001. – 668 с.
3. 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.
4. [Державна геодезична мережа України. http://dgm.gki.com.ua/pasporti-regionalnih-systems](http://dgm.gki.com.ua/pasporti-regionalnih-systems) (дата звернення: 20.10.2021)
5. [Державна геодезична референцна система координат УСК-2000. URL: https://helpiks.org/3-99989.html](https://helpiks.org/3-99989.html) (дата звернення: 20.10.2021)
6. Закон України "Про Генеральну схему планування території України"
7. Костецька Я., Пішко Ю., Гешель Д. Залежність точності визначення положення пунктів у супутникових мережах від тривалості сеансів спостережень. *Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва*. Львів: Видавництво Львівської політехніки. - 2011. - Вип. II (22). - С. 96-102.
8. Ланьо О.В., Савчук С.Г. Дослідження точності RTK-вимірювань у мережі референцих станцій. *Вісник геодезії та картографії*. – 2012. № 4 (79). – С. 8-13.
9. Про затвердження *Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500* (ГКНТА-2.04-02-97) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98
10. 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)

11. Прокоф'єв Ф. І. Охорона праці в геодезії і картографії. М.: - Недра, 1987.

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. Заземленюк., А. Піскорівський. 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 «Львівська політехніка». — 2007. — Вип. 69. — С. 20 – 33.

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

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

17. Цюпак І.М. Точність визначення координат пунктів і довжин ліній за сесіями GPS-спостережень різної тривалості *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва.* - Львів: Видавництво Львівської політехніки. - 2012. - Вип. I (23).-С. 57-59.

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.

19. Шумаков Ф.Т. Супутникова геодезія. Конспект лекцій / Федір Шумаков – Харків: ХНАМГ., 2009. – 88с.

20. Шульц Р. В., Войтенко С. П., Крельштейн П. Д., Маліна І. А. До питання розрахунку точності визначення координат точок під час знімання з безпілотних літальних апаратів / Р. В. Шульц, С. П. Войтенко, П. Д. Крельштейн, І. А. Маліна // *Інженерна геодезія = Engineering geodesy* : наук.-техн. зб. / Київський нац. ун-т буд-ва і архіт. - К., 2015. - Вип. 62. – С. 124-135.

21. Шульц Р.В., Крельштейн П.Д., Маліна І.А. До питання визначення основних параметрів фотографування при безпілотному аерофотозніманні // *Містобудування та територіальне планування* Випуск №57 . 2015. с. 483-490
22. Федоров Д. Digital. Использование в геодезии, картографии, и землеустройстве. - Винница: ООО"Аналитика", 2015. - 354 с.