

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування
та інфраструктури
Кафедра економічної експертизи та землевпорядкування

ПОДОЛЯНЮК Сергій Дмитрович
Застосування сучасних технологій топографічного
знімання для створення картографічної основи
генеральних планів населених пунктів / Application of
modern topographic survey technologies for a cartographic
basis formation for general plans of settlements
спеціальність: 193 – Геодезія та землеустрій
освітньо-професійна програма - Експертна оцінка землі та нерухомого
майна

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи
ГЕОЗ-41 С. Д. Подолянчук

Науковий керівник:
к.е.н., М. І. Гуменний

Кваліфікаційну роботу допущено
до захисту:

«___»_____20___ р.

Завідувач кафедри

_____ Б. О. Язлюк

ЗМІСТ

Вступ	3
Розділ 1. Теоретичні засади проведення моніторингу земель в сучасних умовах	6
1.1. Сутність планування території населених пунктів, розроблення генеральних планів та іншої містобудівної документації	6
1.2. Картографічна основа як можливість якісного проєктування містобудівної документації на місцевому рівні	17
Висновки до розділу 1	26
Розділ 2. Практичні аспекти використання сучасних технологій топографічного знімання для створення картографічної основи генеральних планів населених пунктів	27
2.1. ГІС-технології при створенні планової геодезичної основи для розроблення генерального плану населеного пункту	27
2.2. Використання програмного забезпечення Digitala для створення топографічних планів	40
Висновки до розділу 2	46
Розділ 3. Проблеми та перспективи використання сучасних технологій для якісного проєктування містобудівної документації	47
Висновки до розділу 3	65
Висновки	66
Список використаних джерел	69

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах просторове планування територій потребує високоточних, достовірних і актуальних картографічних матеріалів. Генеральний план населеного пункту є основним документом містобудівної документації, на підставі якого приймаються стратегічні рішення щодо забудови, розвитку інфраструктури, розміщення об'єктів соціального, комунального і транспортного призначення. Якість його розробки безпосередньо залежить від точності та повноти картографічної основи.

Застарілі методи топографічного знімання, які передбачають ручну обробку даних і використовують фізичні носії, не відповідають сучасним вимогам оперативності, точності та масштабованості. Натомість сучасні цифрові технології, зокрема використання безпілотних літальних апаратів, GNSS-приймачів, супутникової зйомки, а також спеціалізованого геоінформаційного програмного забезпечення, відкривають нові можливості для ефективного, точного та економічно обґрунтованого топографічного знімання.

Багато громад стикаються з потребою швидко і якісно розробити або оновити генеральні плани населених пунктів, що без сучасних картографічних основ є практично неможливим. Крім того, державні програми з розбудови національної інфраструктури геопросторових даних передбачають інтеграцію оновленої картографічної інформації в електронні платформи для забезпечення прозорості та публічності містобудівного процесу.

Таким чином, дослідження сучасних технологій топографічного знімання та їх застосування у формуванні картографічної основи для генеральних планів є не лише актуальним, а й стратегічно важливим для ефективного управління територіальним розвитком у сучасних умовах.

Дослідженнями проблем топографічного знімання для створення картографічної основи генеральних планів населених пунктів займалося багато вітчизняних науковців, зокрема В. Балакірський, П. Біда, О. Гопцій, Н. Грицьків, Л. Казаченко, Ю. Карпінський, Н. Ліхва, С. Нестеренко, М. Пілічева, О. Поморцева, Н. Русіна, В. Стадніков та ін.

Постановка мети та завдання. Метою роботи є обґрунтування теоретичних засад і практичних підходів до застосування сучасних технологій топографічного знімання для створення актуальної, високоточної та функціональної картографічної основи, необхідної для розроблення генеральних планів населених пунктів.

Для досягнення зазначеної мети було визначено такі завдання:

- розкрити сутність планування території населених пунктів, розроблення генеральних планів та іншої містобудівної документації;
- з'ясувати особливостей картографічної основи для якісного проєктування містобудівної документації на місцевому рівні;
- здійснити аналіз використання ГІС-технології при створенні планової геодезичної основи для розроблення генерального плану населеного пункту;
- оцінити рівень застосування програмного забезпечення Digitala для створення топографічних планів;
- розкрити проблеми та перспективи використання сучасних технологій для якісного проєктування містобудівної документації.

Об'єктом дослідження є процес створення картографічної основи для розроблення генеральних планів населених пунктів.

Предмет дослідження – сучасні технології топографічного знімання та їх застосування для формування високоточної, актуальної та функціонально придатної картографічної основи містобудівної документації.

Методи дослідження. У роботі використовувалися загальнонаукові та спеціальні методи дослідження: системний підхід, аналіз, синтез, узагальнення, систематизації, порівняльно-правовий, групування, порівняння, моделювання та прогнозування.

Інформаційною базою дослідження були нормативно-правові акти України, що регулюють містобудівну діяльність, землевпорядкування та топографо-геодезичне забезпечення, матеріали топографічного знімання, зокрема ортофотоплани, цифрові моделі рельєфу (ЦМР), дані аерофотознімання, GNSS-вимірювання, космічні знімки, програмне забезпечення, що застосовується при створенні та обробці топографічних і картографічних матеріалів: Digitals, ГІС «Панорама», ЦФС «Дельта», ArcGIS, QGIS тощо, наукові публікації, звіти, статті, матеріали конференцій та дисертацій з питань геодезії, картографії, землеустрою та містобудування.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що в дослідженні системно узагальнено й поглиблено теоретико-методичні підходи до застосування сучасних технологій топографічного знімання для створення картографічної основи генеральних планів населених пунктів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості безпосереднього застосування висновків і розроблених рекомендацій у практиці топографо-геодезичних, землевпорядних і містобудівних робіт при розробці генеральних планів населених пунктів. Результати дослідження мають значний прикладний потенціал для вдосконалення процесів просторового планування в умовах цифрової трансформації системи управління територіями України.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

1.1. Сутність планування території населених пунктів, розроблення генеральних планів та іншої містобудівної документації

Планування територій населених пунктів як комплексна діяльність, що включає їхнє впорядкування, переустрій і забудову, сьогодні здійснюється на основі численних нормативно-правових актів, інструкцій і стандартів. Проте, через дублювання змісту й вимог у цих документах часто виникають труднощі у вирішенні практичних питань, що призводить до витрат додаткового часу і фінансових ресурсів.

Аналіз сучасних досліджень і публікацій свідчить, що за роки незалежності Україна зазнала значних змін в аграрному секторі, зокрема через тривалі й не завжди ефективні експерименти. Це призвело до зменшення сільського населення на 2,5 мільйона осіб та зникнення з мапи країни 420 населених пунктів. Станом на сьогодні в Україні залишилося приблизно 28 тисяч сільських поселень. Для порівняння, у Польщі, яка має вдвічі меншу територію, таких населених пунктів налічується близько 58 тисяч, а у Франції – 37 тисяч.

У процесі переходу до ринкової економіки питання соціального переустрою населених пунктів в Україні стає дедалі складнішим. У сучасних умовах ця проблема потребує спрямування зусиль на суттєве покращення умов життя населення, зокрема через передачу земельних ділянок у приватну власність. Зміст таких перетворень включає низку взаємопов'язаних заходів, що мають значний соціальний, економічний, будівельно-технічний, естетичний і екологічний вплив.

Центральним елементом цієї системи є удосконалення просторової організації населених пунктів шляхом раціонального розміщення будівель, інфраструктури та інших матеріальних об'єктів, а також ефективно

використання території та природного середовища. Це є ключовими умовами для соціального оновлення вже сформованих поселень і їх поступового перетворення на благоустроєні території.

У реалізації комплексу заходів із соціального переустрою активно задіяні архітектори, будівельники та інші фахівці. Значну роль у цьому процесі відіграють інженери-землепорядники, які займаються вирішенням широкого кола завдань, пов'язаних із землеустроєм.

Відповідно до Земельного кодексу України, «використання земель, призначених для житлової та громадської забудови, має здійснюватися згідно з генеральним планом населеного пункту, іншою містобудівною документацією та планом землеустрою, з обов'язковим дотриманням будівельних норм, державних стандартів і регіональних або місцевих правил забудови» [6].

У свою чергу, Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [31] визначає, що «на основі затвердженого детального плану території може бути розроблений проект землеустрою, спрямований на впорядкування цієї території для містобудівних потреб. Після затвердження такий проект стає невід'ємною складовою детального плану» [31].

Таким чином, досягнення цілей у сфері планування території населених пунктів передбачає врахування положень чинного законодавства щодо планування як міських, так і сільських поселень, дотримання містобудівних вимог і норм, структури забудови, а також узгодженість з проектами територіального планування об'єднаних територіальних громад і проектами внутрішньогосподарського землеустрою. Усе це має здійснюватися з урахуванням економічних, екологічних та соціальних чинників, визначених у генеральних планах та іншій містобудівній документації.

Закон України «Про землеустрій» [27] встановлює правові та організаційні засади діяльності в галузі землеустрою. Його головна мета у «врегулюванні взаємовідносин між органами державної влади, місцевого самоврядування, юридичними та фізичними особами з метою забезпечення

сталого розвитку землекористування. Закон забезпечує реалізацію державної політики у сфері раціонального використання та охорони земель, надає науково обґрунтований підхід до розподілу земель за цільовим призначенням, а також передбачає встановлення меж земельних ділянок – як приватних, так і тих, що належать адміністративно-територіальним одиницям чи землекористувачам» [27]. Особливу увагу приділено організації території сільськогосподарських підприємств.

Інвентаризація земель, відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 513 «Про затвердження Порядку проведення інвентаризації земель» [25], «здійснюється в межах конкретних адміністративно-територіальних одиниць, землеволодінь чи землекористувань, кордони яких визначаються на основі проєктів формування територій та встановлення меж сільських і селищних рад» [25].

Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» [29] гарантує створення умов, необхідних для задоволення основних життєвих потреб населення та захисту його законних інтересів.

Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [31] визначає ключові напрямки у сфері планування територій. Серед основних положень – прогнозування просторового розвитку, забезпечення раціонального розселення населення та визначення стратегій сталого розвитку. Закон також передбачає обґрунтоване розмежування земель за цільовим призначенням, узгодження державних, громадських і приватних інтересів при плануванні та забудові територій.

Особливу увагу приділено визначенню оптимального розташування житлових, громадських, промислових, рекреаційних, природоохоронних, оздоровчих та історико-культурних зон. Встановлюється режим забудови територій, де передбачається проведення містобудівної діяльності, а також регламентуються питання, пов'язані з розробкою містобудівної та проєктної документації, будівництвом нових об'єктів та реконструкцією вже існуючих.

Окремі положення стосуються збереження та розвитку зелених зон – парків, лісів, скверів, ландшафтів. Закон «підтримує розвиток інженерно-транспортної інфраструктури, формування безбар'єрного середовища для людей з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Крім того, визначаються вимоги до ведення містобудівного кадастру, моніторингу забудови та здійснення контролю у сфері містобудування» [31].

Закон України «Про основи містобудування» [30] встановлює «правові, економічні, соціальні та організаційні принципи здійснення містобудівної діяльності в Україні» [30]. Його основна мета – створення комфортного життєвого середовища з урахуванням охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів і збереження культурної спадщини.

Основні напрями містобудівної діяльності включають планування, забудову та інше цільове використання територій; розробку та впровадження містобудівної документації і програм інвестування розвитку поселень і територій. Також передбачено визначення, відведення та вилучення земель для потреб будівництва, здійснення архітектурної діяльності, зведення житлових, громадських, промислових об'єктів, а також формування ландшафтних і містобудівних комплексів, зон відпочинку і оздоровлення.

Закон охоплює створення інженерної, соціальної та транспортної інфраструктури, ведення містобудівного кадастру, захист середовища від техногенних і соціально-побутових впливів, а також природних небезпек. Значна увага приділяється охороні пам'яток культурної спадщини, розвитку національних архітектурних традицій, забезпеченню високої якості містобудівних рішень, формуванню та реконструкції міських ансамблів і зон природного лікувального значення.

Окрім того, закон регулює розробку нормативно-правових актів, державних стандартів і правил, здійснення контролю за дотриманням містобудівного законодавства, а також передбачає підготовку фахівців у галузі містобудування, підвищення їх кваліфікації й ліцензування будівельної діяльності.

Важливим нормативно-правовим актом, на який обов'язково має зважати розробник генерального плану, є Закон України «Про благоустрій населених пунктів» [22]. Цей документ встановлює правові, економічні, екологічні, соціальні та організаційні основи благоустрою, орієнтуючись на створення сприятливих умов для комфортного життя населення.

Благоустрій передбачає реалізацію комплексних заходів щодо підтримання територій у належному стані, санітарного очищення, збереження об'єктів загального користування, природних ландшафтів і комплексів. Також охоплюється «організація належного утримання та раціонального використання будівель, інженерних споруд, зон рекреаційного, природоохоронного, історико-культурного та іншого призначення. Важливо створити умови для реалізації прав і виконання обов'язків усіма суб'єктами у сфері благоустрою» [22].

Розроблення генерального плану населеного пункту здійснюється на основі законодавчих вимог, аналізу демографічних прогнозів, перспектив розвитку інфраструктури, результатів інженерних вишукувань, природних умов, планувальних обмежень та інших факторів. Генеральний план є ключовим видом містобудівної документації на місцевому рівні та формує довгострокову стратегію розвитку та забудови території, відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» [31].

Порядок розробки генерального плану та відповідної документації із землеустрою регламентується будівельними нормами, державними стандартами, правилами та завданням на розроблення чи оновлення документації, яке затверджується замовником у погодженні з розробником.

Генеральний план населеного пункту – це стратегічний документ довгострокового просторового розвитку, який розробляється та затверджується з урахуванням інтересів відповідної територіальної громади, а також державних, громадських та приватних інтересів. Його мета – забезпечення збалансованого розвитку території, належної якості життя населення та раціонального використання земельних ресурсів.

Для населених пунктів із чисельністю населення до 50 тис. осіб допускається поєднання генерального плану з детальними планами усієї території, що спрощує планувальні процедури.

Замовниками генерального плану виступають виконавчі органи місцевих рад, а його затвердження відбувається відповідними радами (сільськими, селищними або міськими), які ухвалили рішення про розробку.

Зміни до генерального плану можуть вноситися не частіше ніж один раз на п'ять років. Дострокове внесення змін дозволяється на підставі результатів містобудівного моніторингу, який ініціює орган місцевого самоврядування.

У генеральному плані обов'язково виконуються: функціональне і будівельне зонування; забезпечення безпеки проживання населення; дотримання санітарно-гігієнічних, протипожежних вимог; обслуговування культурно-побутовими установами, парками, спортивною інфраструктурою; планування вулично-дорожньої мережі, інженерних комунікацій; житлова забудова різних типів, організація присадибних і приквартирних ділянок.

Крім того, важливо передбачити розміщення господарських комплексів у взаємозв'язку з житловими зонами, сільськогосподарськими угіддями, природними особливостями території (рельєф, водойми, напрямки вітру тощо). Промислова зона має плануватись з урахуванням внутрішнього зонування, з поділом на сектори, секції, блоки та з урахуванням оптимальної структури виробництва.

Оцінка якості генерального плану проводиться на основі техніко-економічних показників, зокрема через порівняльний баланс території: фактичний стан – проти проєктного, передбаченого планом. Це дозволяє оцінити ефективність планувальних рішень та відповідність поставленим завданням розвитку населеного пункту.

У процесі складання генерального плану населеного пункту часто виникає необхідність змінити його межі, що може бути спричинено зміною чисельності населення, необхідністю підвищення компактності забудови,

покращення архітектурно-планувальної композиції, усуненням черезсмужжя або вклинюванням територій. Зміни також можуть бути необхідні для дотримання санітарно-гігієнічних, природоохоронних та протипожежних вимог. Такі зміни територіальних меж мають бути обґрунтовані в проекті землеустрою, після чого вони підлягають погодженню та затвердженню районною державною адміністрацією за поданням місцевих рад. При цьому обов'язково вказується інформація про земельні ділянки, зокрема їх площу, кадастровий номер, місце розташування та цільове призначення.

Особливо важливо враховувати, що згідно з Земельним кодексом України, для сільськогосподарських земель надається пріоритет у використанні, тому для не сільськогосподарських потреб, таких як будівництво інфраструктури, слід використовувати землі, які не належать до сільськогосподарських угідь або мають гірші якості. Після затвердження змін до меж населеного пункту право комунальної власності на нові землі реєструється за допомогою державної реєстрації, що здійснюється на підставі прийнятого рішення.

З передачею земельних ділянок до іншої форми власності, що забезпечить раціональне їх використання та розміщення різних видів господарської діяльності, постає важливе питання зонування території в межах населеного пункту. Це включає визначення територіальних зон, умови та обмеження використання землі, забудови відповідними об'єктами та встановлення містобудівного регламенту, що має відповідати генеральному плану. Зонування, особливо в сільських поселеннях, передбачає вирішення ключових питань, таких як визначення оптимальних зон для житлової, виробничої та іншої діяльності, забезпечення ефективного використання території та дотримання всіх необхідних нормативів (табл. 1.1).

Основним документом із землеустрою на місцевому рівні є плани із земельно-господарського устрою населених пунктів, їх частин та земельних ділянок за межами населених пунктів, що призначені для розміщення інфраструктури та забезпечення життєдіяльності населених пунктів.

Таблиця 1.1

Проект зонінгу будь-якого населеного пункту [4, с. 849]

№№ п/п	Питання, які вирішуються проектом зонінгу населеного пункту	Ступінь вирішення цих питань генеральному плані*	
1	Регулювання планування та забудови територій із подальшим урахуванням державних, громадських інтересів	Враховуються на початкових стадіях складання проекту планування населених пунктів (генплану)	++
2	Раціональне використання території населеного пункту	Здійснюється повною мірою на підставі норм, правил, законів України, постанов законодавчих органів	++
3	Створення сприятливих умов залучення інвестицій у будівництво шляхом забезпечення інвестора можливістю вибрати найраціональніший вид використання земельної ділянки для містобудівних потреб	Передбачається функціональне зонування території (житлова, виробнича, рекреаційна зони тощо) з виділенням в їх межах будівельних зон (індивідуальна забудова, багатопверхова, ділянки будівель громадських закладів, території виробничих комплексів тощо)	+
4	Забезпечення вільного доступу громадян до інформації з розвитку населеного пункту, взаємоузгодження державних інтересів, громади та інвесторів	Генеральний план узгоджується з представниками органів управління місцевого рівня, є доступною містобудівною документацією для всіх зацікавлених юридичних і фізичних осіб	++
5	Забезпечення сумісності забудови окремих земельних ділянок з оточуючою забудовою та землекористуванням	Виконується на етапі вироблення генерального плану в процесі функціонального і будівельного планування на основі матеріалів геодезичних вишукувань, правовстановлюючих документів на об'єкти нерухомого майна, розташованих на земельних ділянках і на самі ділянки, переліку обмежень у використанні земельних ділянок та ін.	++
6	Розвиток інженерної та транспортної інфраструктури населеного пункту	Генеральний план населеного пункту залежно від його крупності (людності) складається на перспективу розвитку 5, 10, 15 і більше років, в якому передбачається розвиток інженерної та транспортної інфраструктури	++
7	Вдосконалення мережі соціально-культурного та торговельно-побутового обслуговування населення	Вирішується в процесі розрахунків щодо складу та їх потужності на перспективу	++
8	Збереження об'єктів культурної спадщини та об'єктів природно-заповідного фонду	У процесі проектування і в пропозиціях щодо збереження, реконструкції, використання	++

* Примітка: вирішують генпланом частково (+), вирішують повною мірою (++).

Ці плани складаються на основі затверджених генеральних планів. Порівняння питань, які вирішуються планом земельно-господарського устрою та генеральним планом, можна подати в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Земельно-господарський устрій населених пунктів [4, с. 850]

№№ п/п	Питання, що вирішуються планами земельно-господарського устрою населеного пункту	Ступінь вирішення питань в генеральному плані населеного пункту*	
1	Деталізація й уточнення положень плану земельно-господарського устрою населеного пункту або його частини	Генеральним планом вирішуються питання щодо усунення вклинювання, черезсмужжя, забудови земельних ділянок різного функціонального призначення і різних форм власності	+
2	Уточнення функціонального призначення та параметрів забудови окремих територій різного функціонального використання за межами населеного пункту на основі відповідної містобудівної документації з метою розміщення об'єктів будівництва	У цілому ці питання вирішуються за функціонального зонування, забезпечення під'їзних шляхів, розміщення виробничої зони, зони рекреації тощо	+
3	Розподіл території з визначенням місць розташування об'єктів, обсягів реконструкції забудови містобудівних умов і обмежень, формування екомережі	Повною мірою повинно вирішуватися і передбачатися генеральним планом населеного пункту	++
4	Обґрунтування потреби та місць розташування новостворених земельних ділянок, формування їхніх меж та площ	Вирішується на підставі розрахунків потреби в додаткових земельних площах, їх розмірів, місце розташування, конфігурація залежить від архітектурно-планувальної композиції, дотримання санітарно-гігієнічних, протипожежних норм і правил	++
5	Складання плану організації території з метою її раціонального використання, впорядкування меж землекористувань із ліквідацією недоліків	Вирішується на етапі визначення конфігурації населеного пункту (компактність, прямолінійність меж, використання малоцінних земель тощо)	+
6	Розроблення пропозицій щодо поліпшення ландшафтів, організації благоустрою, охорони навколишнього природного середовища, визначення зон обмежень у використанні земель	Вирішуються під час функціонального і будівельного зонування території населеного пункту	+

* Примітка: вирішують генпланом частково (+), вирішують повною мірою (++).

План земельно-господарського устрою населеного пункту відіграє важливу роль у системі містобудівного планування, виступаючи уточнюючим документом до генерального плану. Він дозволяє конкретизувати пропозиції, закладені в генплані, з урахуванням реального стану використання земель, їх правового статусу, інженерної інфраструктури, природних умов і соціально-економічного розвитку території. Такий план є не лише елементом територіального планування, а й інструментом забезпечення комплексного розвитку громади, раціонального використання

земельних ресурсів і збалансованого поєднання інтересів держави, громади та приватних осіб.

У межах плану земельно-господарського устрою здійснюється детальний аналіз існуючого землекористування, розробляються рекомендації щодо змін у структурі землеволодінь, уточнюються межі функціональних зон, встановлюються вимоги до використання земель різного призначення. Це створює основу для реалізації проектів землеустрою, що стосуються відведення, вилучення чи передачі земельних ділянок, а також для проведення їх нормативної грошової оцінки.

Такий підхід дозволяє ефективно організовувати простір населеного пункту, забезпечуючи сталий розвиток територій, збалансоване розміщення житлової, виробничої, рекреаційної та природоохоронної забудови, розвиток транспортної та інженерної інфраструктури. Важливою складовою є також інтеграція плану в систему містобудівного кадастру, ведення якого дозволяє здійснювати моніторинг змін у забудові, контролювати дотримання вимог законодавства та забезпечувати прозорість у плануванні.

Загалом, план земельно-господарського устрою є ключовим інструментом просторового розвитку населених пунктів, що поєднує містобудівні, земельні, екологічні та соціальні аспекти, забезпечуючи ефективне управління територіальними ресурсами на рівні громади.

Розробка генерального плану населеного пункту повинна включати детальне опрацювання питань землеустрою та зонінгу в певній послідовності. Спочатку необхідно обґрунтувати потребу в розробленні генерального плану, враховуючи правову та дозвільну документацію. Далі проводиться збір та аналіз результатів геодезичних, ґрунтових, природно-кліматичних та інших вишукувань. На основі цих даних формується розрахункова частина, яка визначає прогнозовану кількість населення, обсяги житлового фонду, потреби в земельних ділянках для житла, соціальних закладів та інфраструктури. У процесі цього враховуються вимоги щодо

територій для вуличної мережі, зелених насаджень, виробничих об'єктів, а також санітарно-захисних зон.

Також необхідно визначити складники населеного пункту, їх взаєморозміщення з урахуванням економічних, соціальних та природоохоронних вимог. Важливим етапом є приведення земельних ділянок у відповідність до земельного законодавства та правових норм для забезпечення функціонування інфраструктури. Окрім цього, здійснюється зонінг території, що дозволяє здійснювати оцінку земельних ділянок, продаж, надання в оренду або інші угоди, що забезпечить надходження до місцевих бюджетів та контроль за використанням земель.

Крім того, проект генерального плану має включати детальне розташування території, проектування вуличної мережі, громадського центру, а також визначення планувальної організації житлових територій і виробничих комплексів. Всі ці етапи повинні бути ретельно сплановані для забезпечення ефективного розвитку населеного пункту в майбутньому.

Генеральний план населеного пункту є основним містобудівним документом, що визначає просторовий розвиток території на довгострокову перспективу. Його розроблення здійснюється з урахуванням чинної законодавчої та нормативно-правової бази, даних земельного кадастру, результатів землевпорядних робіт, попередніх містобудівних досліджень і проекту зонування території. Генеральний план виступає стратегічним інструментом планування, який закладає концепцію розвитку території, формує структуру забудови, інженерно-транспортну мережу, розміщення об'єктів соціальної інфраструктури, зелених зон та охоронюваних територій.

Після затвердження генерального плану, його положення набувають обов'язкового характеру для всіх суб'єктів містобудівної діяльності – органів місцевого самоврядування, забудовників, інвесторів, землевласників і користувачів. Будь-які зміни у структурі забудови, такі як перепланування житлових кварталів, перенесення вулиць, зміна меж «червоних ліній», або організація нових зон для громадського користування чи рекреації, можливі

лише у виключних випадках. Вони мають вноситись у встановленому законодавством порядку, із дотриманням чітко визначених процедур, у тому числі громадських слухань, погодження з відповідними органами та внесення змін до самого генерального плану.

Таким чином, генеральний план виступає гарантом стабільного та впорядкованого розвитку території, забезпечуючи правову визначеність у використанні земель та забудові, а також є основою для прийняття рішень у сфері землеустрою, інвестування та регулювання земельних відносин у межах населеного пункту.

1.2. Картографічна основа як можливість якісного проєктування містобудівної документації на місцевому рівні

Згідно Порядку розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 вересня 2021 р. № 926, «картографічна основа у цифровій формі є важливим видом вихідних даних для розробки Комплексного плану. ОМС надає картографічну основу розробнику Комплексного плану шляхом її публікації в Єдиній державній електронній системі у сфері будівництва (ЄДЕССБ). Актуальна картографічна основа має бути завантажена в ЄДЕССБ до завершення підготовчого етапу, тобто до визначення розробника плану» [26].

У випадку наявності неактуальної картографічної основи, яка не відповідає вимогам щодо змісту та точності, зазначеним у Порядку, вона може бути доопрацьована під час розроблення КП, але завантаження її в ЄДЕССБ повинно відбутися не пізніше терміну подання проєкту для експертизи.

Термін «картографічна основа» наразі не має чіткого законодавчого визначення, хоча в Законі України «Про Державний земельний кадастр» [23] і постанові КМУ від 17 жовтня 2012 р. № 1051 «Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру» [24] вживається термін

«картографічна основа Державного земельного кадастру» [24], який включає карти, плани, ортофотоплани та інші картографічні матеріали, створені відповідно до технічних регламентів і стандартів, а також матеріали, отримані від органів державної влади в сфері геодезії та картографії.

Згідно з Порядком розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації, «об'єкти місцевості, зображені на картографічній основі, повинні відповідати класифікаторам інформації, що відображається на топографічних картах та планах відповідних масштабів, або вимогам до топографічних карт/планів із спрощеним змістом, що встановлюються нормативно-технічною документацією у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності» [24].

Зважаючи на це, під картографічною основою можна розуміти топографічну карту/план зі спрощеним змістом, до якої необхідно додати об'єкти, що відсутні у топографічному класифікаторі, а також відповідну атрибутивну інформацію.

У громад можуть бути три варіанти наявності картографічних матеріалів: наявність неактуальних топографічних карт або планів, наявність актуальних топографічних карт або планів, або відсутність картографічних матеріалів взагалі.

Таким чином, можливі три шляхи створення або актуалізації картографічної основи, що враховують різні варіанти наявних даних та потреби у їх доповненні і коригуванні (див. рис. 1.2).

Перший шлях полягає у передаванні наявних картографічних матеріалів розробнику Комплексного плану (КП) як картографічної основи через завантаження в ЄДЕССБ. Однак це потребує актуалізації картографічних матеріалів та/або додавання об'єктів, відсутніх у топографічному класифікаторі, за окремим технічним завданням.

Перевагою цього шляху є відсутність витрат на підготовчому етапі та зменшення часу на його виконання. До недоліків можна віднести: витрати на актуалізацію картографії за окремим технічним завданням все одно

доведеться фінансувати додатково; необхідність двічі публікувати картографічні матеріали в ЄДЕССБ; додаткові витрати на векторизацію об'єктів та формування бази даних у форматі GDB, що збільшить вартість розробки КП; додатковий час на виконання цих робіт збільшить загальний термін розробки КП.

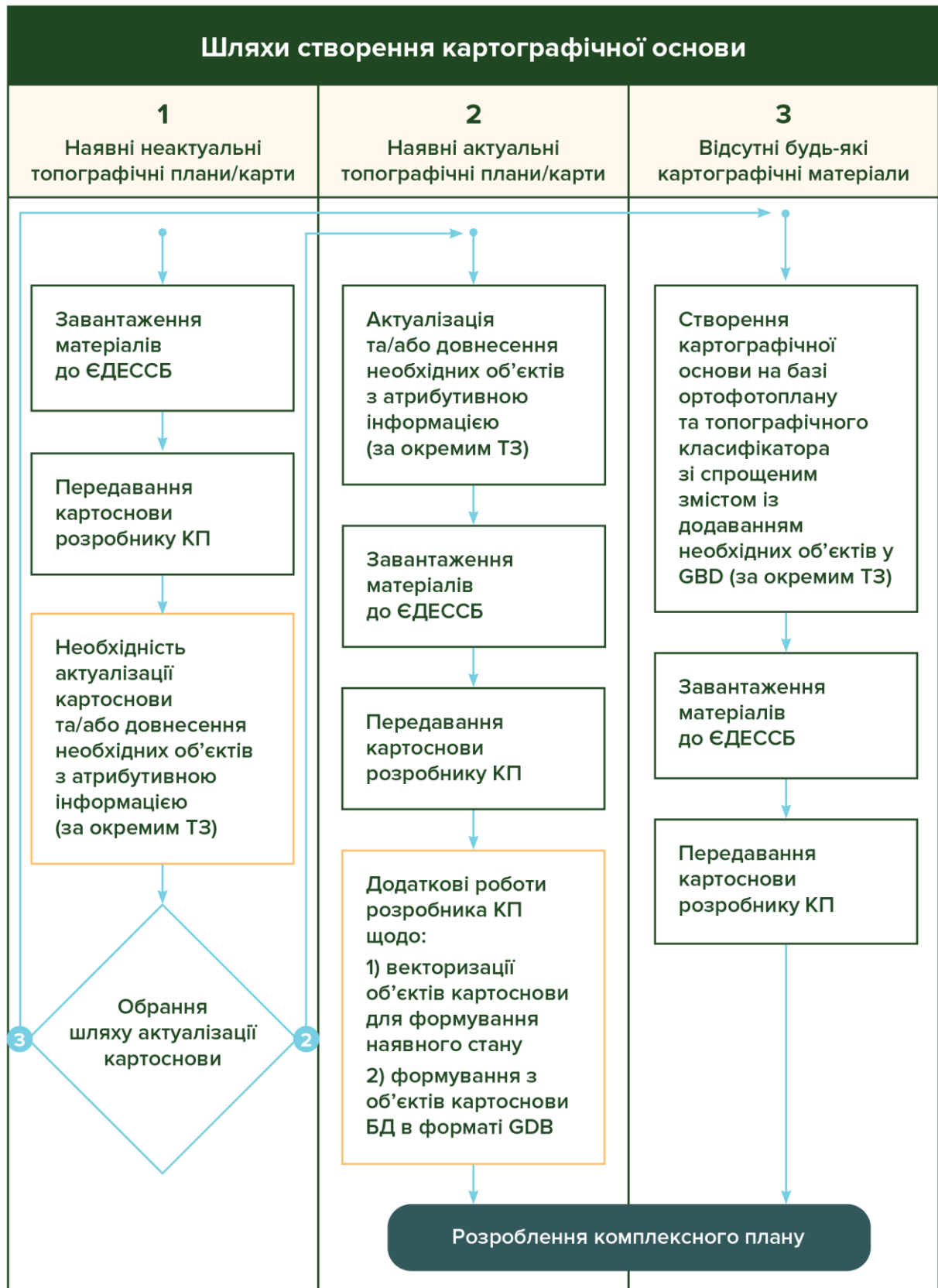


Рис.1.2. Три шляхи створення/актуалізація картографічної основи [21]

Другий шлях полягає в актуалізації наявних картографічних матеріалів тільки шляхом додавання необхідних для КП об'єктів на початковому етапі.

Його перевагою є зниження витрат на актуалізацію порівняно зі створенням повноцінної картографічної основи. До недоліків можна віднести: «додаткові витрати на векторизацію об'єктів і формування бази даних у форматі GDB, що збільшить вартість розробки КП; додатковий час на виконання робіт подовжить загальний термін розробки КП» [21].

Третій шлях передбачає «створення повноцінної картографічної основи, базуючись на ортофотоплані та цифровій моделі рельєфу території, а також на наборі геопросторових даних відповідно до топографічного класифікатора зі спрощеним змістом, із додаванням необхідних об'єктів і атрибутів» [21].

З досвіду, цей шлях є найоптимальнішим для отримання сучасної та актуальної картографічної основи для територіальних громад. Його перевагами є: «відсутність додаткових витрат на актуалізацію картографічної основи під час розроблення КП; зменшення часу на розробку КП, оскільки розробник не виконує додаткові роботи» [21]. До недоліків можна віднести: «вартість створення сучасної картографічної основи вища, ніж вартість актуалізації наявних картографічних матеріалів. Однак відсутність додаткових витрат на векторизацію об'єктів та формування бази даних у форматі GDB компенсує цей недолік» [21].

Картографічну основу для створення комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади розробляють в електронному вигляді, використовуючи різні джерела даних. Це можуть бути топографо-геодезичні матеріали, дані дистанційного зондування Землі, аналогові топографічні карти, цифрові картографічні набори, довідкові матеріали та інші достовірні і точні дані про об'єкти місцевості.

Основними вихідними даними для створення картографічної основи є:

1. Інформація з Державного картографо-геодезичного фонду України (Укркартгеофонд), створеного для централізованого обліку та систематизації топографо-геодезичних матеріалів. Для отримання даних від фонду необхідно звертатися до Державного науково-виробничого підприємства

«Картографія». Послуги для органів місцевого самоврядування надаються безкоштовно, але за умови, що не потрібне копіювання чи запис на диск.

2. Ортофотоплани, створені в межах проекту, що реалізувався на основі Угоди між Україною та Міжнародним банком реконструкції та розвитку. Ортофотоплани є частиною картографічної основи Державного земельного кадастру та використовуються для розробки картографічної основи в рамках земельних та містобудівних проєктів.

Базова державна топографічна карта масштабу 1:10 000, якщо вона є актуальною і наявною для території громади, є важливим вихідним матеріалом для створення картографічної основи. Додатково, важливими джерелами інформації є дані, які зберігаються на рівні громади, включаючи:

1. Детальні плани територій, які можуть містити важливу інформацію щодо розміщення об'єктів, зонування та планування використання земель.

2. Інвентаризація земель, що дає змогу отримати точну інформацію про правовий статус земельних ділянок, їхнє використання та власників.

3. Проєктна та виконавча документація, що забезпечує відомості про вже здійснені будівельні та інші роботи на території громади, включаючи інфраструктурні проєкти.

Ці джерела допомагають створити більш точну та актуальну картографічну основу для розробки комплексного плану розвитку громади (див. рис. 1.2).

Згідно з вимогами Порядку, актуальність картографічної основи, переданої органами місцевого самоврядування (ОМС) розробнику Комплексного плану (КП), засвідчується за допомогою електронного підпису, що базується на кваліфікованому сертифікаті та позначці часу.

Картографічні матеріали з часом старіють через природні фактори та людську діяльність. Старіння картографічної основи може бути фізичним, коли зміни на місцевості спричиняються природними явищами або будівництвом нових об'єктів, а також моральним, коли це пов'язано зі зміною нормативних документів або новими знаннями про певні процеси.

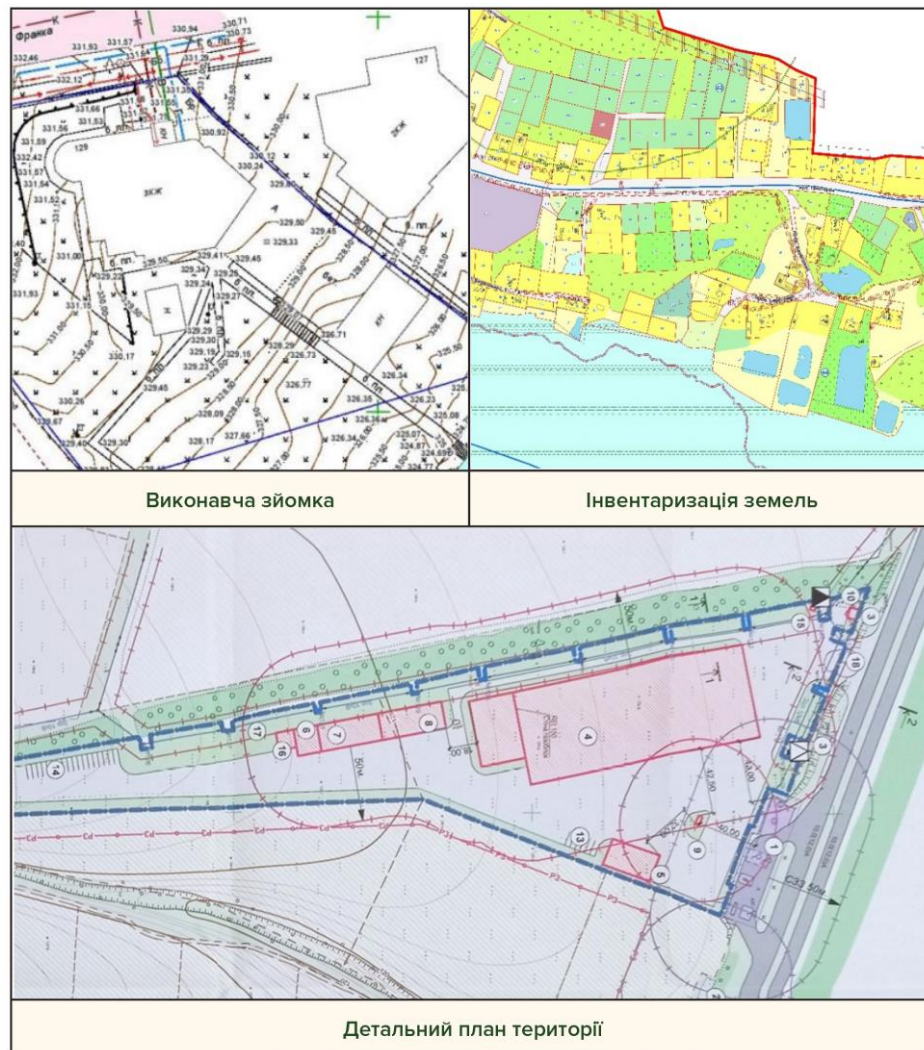


Рис. 1.2. Приклади інформації, яка є у громаді [21]

Оновлення картографічної основи необхідне для підтримки її актуальності. Це включає відображення змін на території, зокрема через будівництво, нові транспортні мережі чи природні катастрофи. Оновлення картоснови може відбуватися за періодичною або безперервною системою. У першому випадку оновлення здійснюється через певні проміжки часу, а в другому – зміни фіксуються безперервно, і коли їх обсяг досягає 25-30%, картографічну основу оновлюють.

Для моніторингу змін можна порівнювати супутникові дані з відкритих джерел, таких як Google Maps або OpenStreetMap, з наявними

картографічними даними, зокрема тими, що надаються Державним картографо-геодезичним фондом України (рис. 1.3).

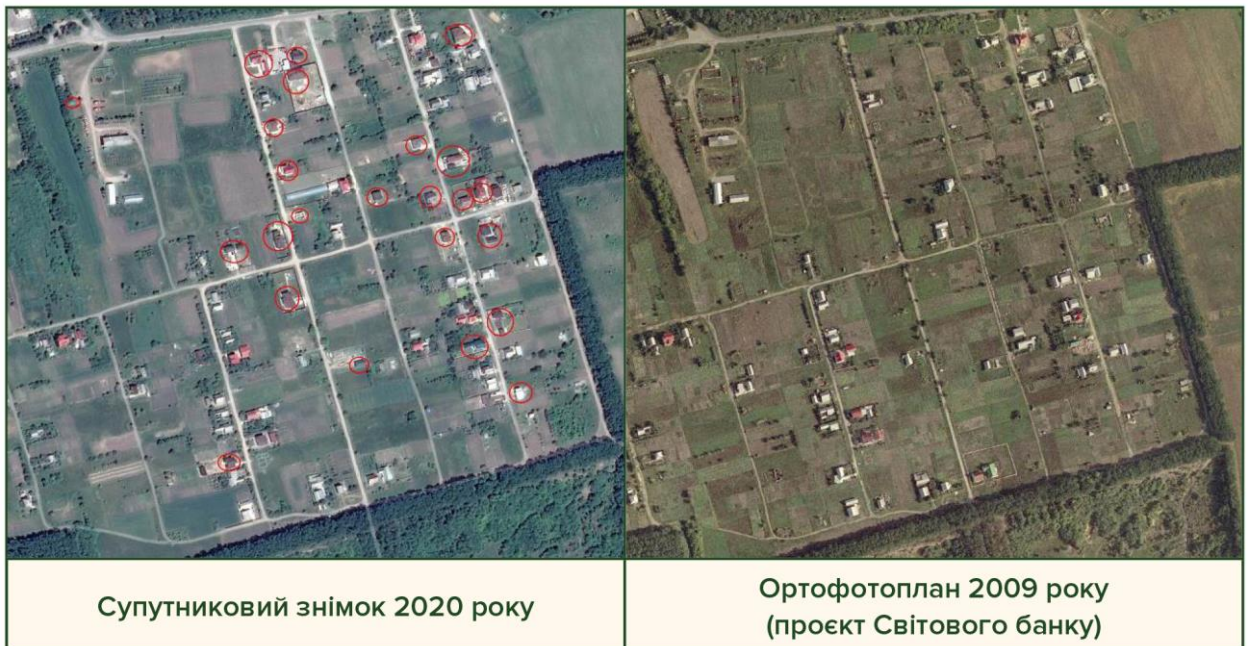


Рис. 1.3. Приклад порівняння супутникових даних і даних, отриманих від Укркартгеофонд (червоним кольором на супутниковому знімку виділені зміни, що відбулися) [21]

Картографічні матеріали, що використовуються в Україні для планування та землеустрою, створюються із дотриманням системи періодичного оновлення. Однак лише періодичність або масштаб карти не можуть бути єдиними критеріями її придатності для сучасного використання, особливо коли йдеться про потреби комплексного просторового планування територій. Незважаючи на те, що карти дрібного масштабу довше зберігають загальну актуальність через меншу чутливість до локальних змін, при розробленні картографічної основи для комплексного плану важливо оцінювати не лише масштаб, а й зміст, деталізацію, точність та відповідність відображеної інформації реальному стану об'єктів на місцевості.

Картографічна основа для комплексного плану має бути актуальною щодо ключових елементів просторової структури – насамперед, це стосується змін у забудованих територіях, інженерній та транспортній

інфраструктурі, розміщені сільськогосподарських угідь, охоронюваних природних об'єктів, водних ресурсів тощо. Висока точність і актуальність таких матеріалів є необхідною умовою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Оновлення картографічної інформації здійснюється з урахуванням принципу економічної доцільності. Залежно від поставлених завдань та обсягів робіт, оновлення може відбуватись шляхом камеральної обробки аерофотознімків або супутникових знімків, інтеграції нових картографічних матеріалів, отриманих під час геодезичних чи фотограмметричних знімань, або за допомогою польових робіт (мензульне знімання, GPS-вимірювання, лазерне сканування тощо). Вибір методу залежить від технічних, фінансових та часових можливостей, а також від вимог до точності та повноти інформації для конкретного проекту.

Том, ефективне використання картографічної основи в комплексному плануванні населених пунктів вимагає не лише періодичного оновлення матеріалів, а й системного підходу до оцінки їх змісту, точності, актуальності й відповідності потребам просторового розвитку.

Будь-який спосіб оновлення картографічної основи передбачає також оновлення цифрової моделі рельєфу. Під час камерального виправлення контурна частина карти узгоджується з аерознімками нового зальоту, а об'єктний склад та атрибутивну інформацію, що описує об'єкти картоснови, коригують відповідно до нових даних. Окремо вносяться зміни і в цифрову модель рельєфу (ЦМР). Рішення про необхідність польового обстеження камерально виправленої картографічної основи ухвалює керівництво громади. Зазвичай такі роботи виконують для доповнення картографічної основи новими кількісними та якісними характеристиками, власними назвами, а також для об'єктів місцевості, які важко ідентифікувати на аерознімках. У сільській місцевості часто таку роботу можна здійснити разом із старостою за допомогою онлайн-інструментів комунікації, що дозволяє зекономити час і кошти. Польові роботи виконують зазвичай після

завершення камеральних робіт, а зміни, внесені в результаті польового обстеження, передаються у векторні дані.

Актуальна картографічна основа є критично важливою складовою процесу створення комплексного плану просторового розвитку територіальних громад. Згідно з чинним законодавством України, у разі наявності базової топографічної карти масштабу 1:10 000, яка є частиною національної інфраструктури геопросторових даних, її можна використати як джерело інформації для оновлення картографічної основи. Проте для формування об'єктів Державного земельного кадастру, які створюються в межах комплексного планування, обов'язковим є проведення польового обстеження.

У минулому для таких завдань широко застосовувалися мензульні та тахеометричні методи знімання. Сьогодні ж вони поступилися місцем сучасним GNSS-технологіям, які дозволяють значно підвищити швидкість та точність збирання даних. Польове знімання є доцільним, особливо в умовах, коли обсяг змін на місцевості є незначним, а проведення аерофотознімання є економічно недоцільним.

Розроблення картографічної основи з актуалізацією ортофотоплану зазвичай проводиться в два етапи:

- 1) Створення ортофотоплану з перевіркою просторової точності контрольних точок.
- 2) Формування векторного набору геоданих, який забезпечує деталізацію та структурованість просторової інформації.

В процесі створення картографічної основи мають бути обов'язково відображені: будівлі та споруди; режимоутворюючі об'єкти – інженерні мережі, промислові підприємства, природоохоронні території, об'єкти культурної спадщини, військові формування, водойми, ліси тощо; цифрова модель рельєфу.

Картографічна основа повинна відповідати чітким вимогам:

- забезпечення прийняття обґрунтованих планувальних рішень з боку архітекторів, землевпорядників, екологів.

- відповідність точностним характеристикам Державного земельного кадастру, оскільки Комплексний план є не лише містобудівною, а й землевпорядною документацією.

- коректна публікація на геопорталі громади та національному геопорталі, незалежно від масштабу, системи координат чи методу отримання даних.

- відповідність стандартам ГІС-візуалізації та можливість інтеграції в цифрові платформи.

Органи місцевого самоврядування, замовляючи такі роботи, мають оцінювати їх економічну доцільність та функціональну цінність. Зокрема, рекомендується: працювати у системі координат УСК-2000; замовляти ортофотоплани з роздільною здатністю 8–10 см; створювати векторну базу даних, яка охоплює території як в межах, так і поза межами населених пунктів.

Такий підхід дозволяє зменшити витрати на створення картографічної основи та одночасно забезпечити якісний інструмент планування просторового розвитку громад, інтегруючи земельне, екологічне, соціальне та інфраструктурне планування.

Висновки до розділу 1

Моніторинг земель є невід'ємною складовою ефективного управління земельними ресурсами, забезпечення екологічної безпеки та сталого землекористування. У сучасних умовах, коли посилюються антропогенні навантаження, зростають виклики зміни клімату та деградації земель, зростає потреба в удосконаленні підходів до спостереження, аналізу та оцінки стану земельного фонду.

РОЗДІЛ 2

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗНІМАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КАРТОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ГЕНЕРАЛЬНИХ ПЛАНІВ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

2.1. ГІС-технології при створенні планової геодезичної основи для розроблення генерального плану населеного пункту

Останнім часом для визначення меж населеного пункту або його розширення необхідна сучасна картографічна основа в цифровому вигляді. Важливо відзначити, що межі населених пунктів досі не внесено до Державної земельної кадастрової системи. Раніше розроблені проекти землеустрою, що визначали межі населених пунктів або сільських/селищних рад у період з 1992 по 1998 рік, більше не відповідають актуальним вимогам у галузі геодезії та землеустрою. Ці проекти були розроблені за старими стандартами, використовуючи умовні або місцеві системи координат, адже на той час не існувало єдиної кадастрової системи, а картографічні матеріали виготовлялись вручну. Крім того, площі обчислювались з точністю до десятих гектари, що значно знижувало точність. У той час також не була розроблена відповідна законодавча база для цих процедур.

Законодавчі та нормативні акти, такі як Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» [32], Закон України «Про космічну діяльність» [28], визначають правила та вимоги до геодезичних знімів, створення цифрових картографічних даних за допомогою сучасних геодезичних приладів та обладнання. У Державних будівельних нормах встановлені конкретні вимоги до створення та оформлення картографічних матеріалів, що використовуються для розроблення генеральних планів населених пунктів.

Закон України «Про державний земельний кадастр» [23] та Земельний кодекс України «регулюють виконання геодезичної та картографічної

діяльності на території України та створення відповідної документації для наповнення баз даних Держгеокадастру, Містобудівного кадастру та Геопорталу» [8, с. 68]. Дослідження щодо використання геодезичних вимірних систем і ГІС-технологій у геодезичних і картографічних роботах проводяться в наукових публікаціях, зокрема авторами, які аналізують процеси моделювання об'єктів та внесення даних до різних кадастрів, а також використовують ГІС-технології для перенесення інформації в кадастрові інформаційні шари.

Створення планової геодезичної основи для розроблення генерального плану включає визначення місця розташування території та виконання геодезичного знімання на території населеного пункту. Для цього використовували Публічну кадастрову карту, яка доступна в інтернеті. На космічному знімку з інформаційними шарами, зокрема кадастровим поділом, було знайдено село Фиголівка, а також визначено обсяг, умови та характер необхідного знімання (рис. 2.1, 2.2).

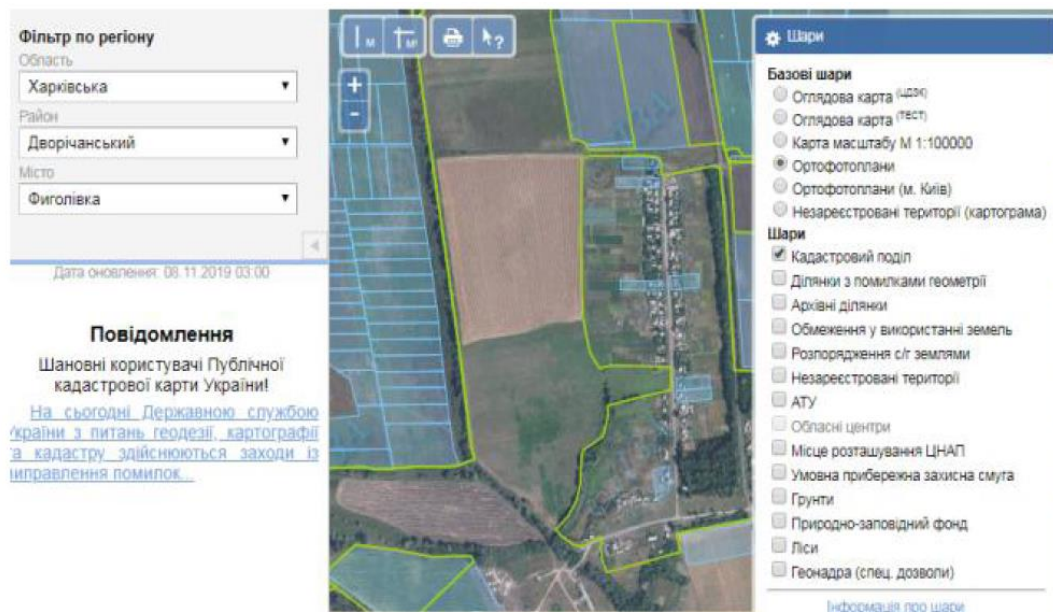


Рис. 2.1. Місцезнаходження с. Фиголівка на Публічній кадастровій карті України. Ортофотоплан – космічний знімок [8, с. 71]

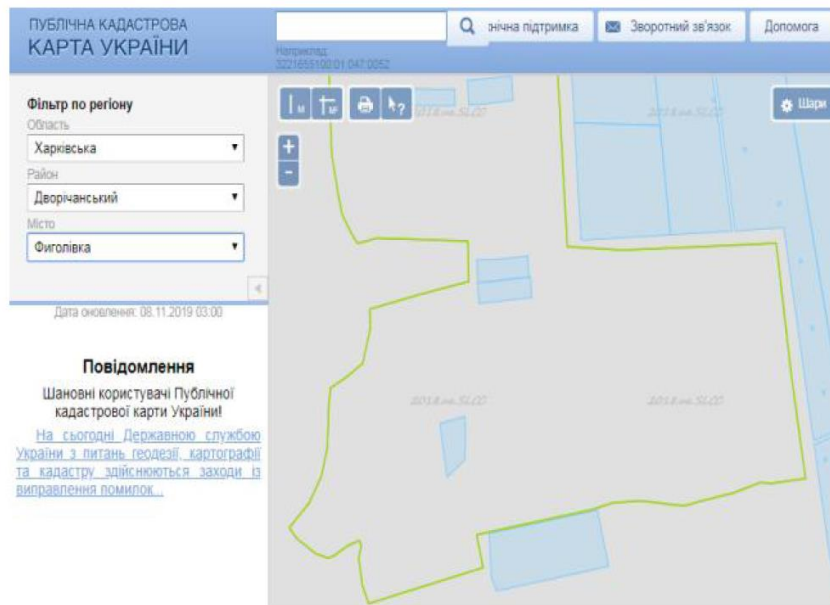


Рис. 1.2. Межі с. Фіголівка без космічного знімка [8, с. 71]

Наступним кроком було визначення пунктів прив'язки до Державної геодезичної мережі України. Для цього ми використовували Геопортал України та знайшли три найближчі пункти до території с. Фіголівка: п. Криничне, п. Водяне та п. Дворічна (рис. 2.3).

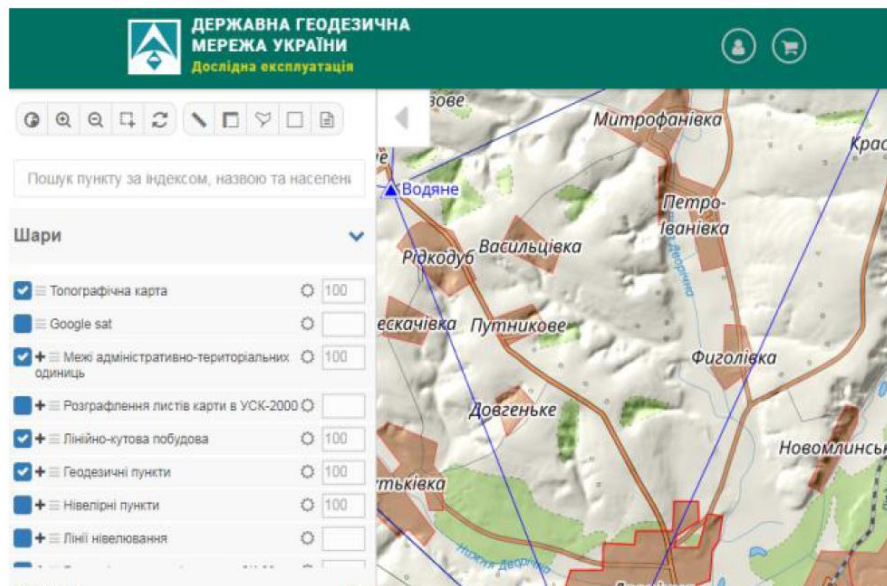


Рис.2.3. Пункти ДГМ, до яких здійснено прив'язку

Пункти ДГМ були знайдені на місцевості за допомогою GPS-приймача Trimble. Вихідними координатами для прив'язки стали дані ДП НД «Інститут

геодезії та картографії». Використовуючи інформацію про пункти Державної геодезичної мережі на сайті, а також інтернет і карту, ми змогли визначити місце розташування населеного пункту і знайти найближчі пункти (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

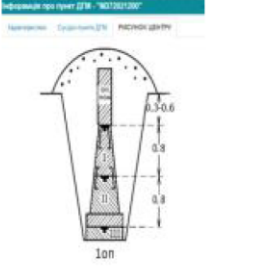

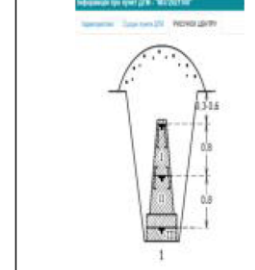
Пункти ДГМ за каталогом [9, с. 107]

	Назва/номер за каталогом	Дані обстеження	Прим.
А	Державна геодезична мережа		
	Криничне М372021200	Задовільний	
	Дворічна М372021400	Задовільний	
	Водяне М372021100	Задовільний	
Б	Мережі згущення		
	Не використовувалися		
В	Висотна мережа		
	Не використовувалася		

Під час топографічного вивчення території для виконання знімачів з'ясувалося, що вся територія Петро-Іванівської сільської ради Дворічанського району Харківської області покрита картами масштабу 1:10000 – 1:100000, які були виконані підприємствами ГУГК та підрозділами ВТС у часи СРСР. Після детального аналізу та польового обстеження матеріалів минулих років, які були виконані для цієї території, було встановлено, що вся територія об'єкта покрита картами масштабу 1:5000, виготовленими Інститутом УкрСХІДГПНТІЗ у 1986 році. Однак на сьогодні ці карти втратили актуальність через прийняття нових норм та стандартів картографічної продукції, а також через зміни меж території населеного пункту та соціально-економічний розвиток села Фиголівка Петро-Іванівської сільської ради Дворічанського району Харківської області (табл. 2.2).

Для прив'язки інформації щодо пунктів Державної геодезичної мережі ми отримали дані з Геопорталу ДП Науково-дослідного «Інституту геодезії та картографії», де були вказані їх геодезичні координати, клас планової мережі, похибки та види знаків.

Характеристика пунктів ДГМ [9, с. 108]

Характеристики	Назва пунктів Державної геодезичної мережі (ДГМ)		
	Криничне	Дворічна	Водяне
Індекс пункту	M372021200	M372021400	M372021100
Клас планової мережі	2	2	2
Клас нівелювання	III	IV	III
Тип центра	1оп	1	1
тип знака	Ґрунтовий знак	Ґрунтовий знак	Ґрунтовий знак
Номер марки			
Метод визначення координат	Лінійно-кутова побутова	Лінійно-кутова побутова	Лінійно-кутова побутова
X , м	5540120	5482690	5534560
Y , м	7412000	7403480	7399000
H , м (рівень моря)	185	182	182
m_x , м	0.004	0.014	0.021
m_y , м	0.004	0.018	0.02
B	49°59'09"	49°49'46"	49°56'02"
L	37°46'22"	36°39'30"	37°35'35"
Стан обстежень	Задовільний	Задовільний	Задовільний
Вид знака			

Сьогодні проведення топографо-геодезичних вишукувань на об'єктах стало значно простішим і точнішим. У минулому геодезисти змушені були прокладати теодолітні ходи, а дані про пункти Державної геодезичної мережі зберігалися в спеціалізованих державних службах, доступ до яких був обмеженим і вимагав тривалого часу. Натомість зараз, завдяки розвитку інтернету та наявності інформаційних шарів із даними про пункти ДГМ, космічні знімки території України стали легкодоступними, що значно полегшило підготовчий етап та сам процес знімань.

Геодезичне знімання території було виконано за допомогою електронного тахеометра Trimble, який сумісно працює з GPS-приймачем. Планово-висотне обґрунтування визначалося за допомогою GPS-приймача в найбільш характерних точках місцевості, щоб забезпечити максимально точне відображення ситуації та зручність проведення знімання. Було обрано

десять таких точок і визначено їхні геодезичні координати у системах СК-63 та УСК-2000. Від цих точок виконувалося знімання території полярним методом. Завдяки електронному тахеометру процес знімання відбувався швидко, а дані накопичувалися у FLASH-пам'яті приладу. Основні елементи місцевості та номери станцій і точок фіксували вручну на абрисі. У камеральних умовах дані геодезичного знімання було перенесено до комп'ютера за допомогою спеціального пристрою. Для обробки результатів вимірювань були використані ГІС-технології, що дало змогу отримати координати вихідних пунктів для побудови планово-висотного геодезичного обґрунтування (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Каталог геодезичних координат

Номер пункту	X	Y	Z	Абсолютна висота ,м
1	5520470,10	6242547,60	83,2	83,26
2	5520665,00	6242506,70	79,9	79,95
3	5520873,10	6242585,30	80,4	80,46
4	5521159,40	6242501,40	82,5	82,57
5	5521434,10	6242499,70	84,8	84,85
6	5521385,40	6242819,00	88,9	88,96
7	5521130,40	6242856,10	86,5	86,56
8	5520925,40	6242868,40	84,7	84,74
9	5520621,90	6242824,00	90,0	83,15
10	5520590,70	6242999,00	90,0	87,46

Геоінформаційні системи (ГІС) мають вирішальне значення в сучасній геодезії, картографії та землеустрої, адже забезпечують автоматизовану обробку просторово-координованої інформації за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення. ГІС дозволяють створювати, аналізувати й візуалізувати різноманітні дані, що дає змогу ефективно застосовувати їх у таких сферах, як земельний, містобудівний, водний і лісовий кадастри, моніторинг природних процесів і об'єктів, інженерні вишукування, транспортна інфраструктура, комерційні проекти та державне управління. У сфері геодезії та землеустрою ГІС є основою інформаційної бази, яка

постійно поповнюється новими інформаційними шарами. Важливу роль у цьому процесі відіграє Публічна кадастрова карта, що наповнюється даними із землевпорядної документації, яка включає текстові, графічні й електронні складові. У межах дослідження було використано українське програмне забезпечення DigitalS, яке вирізняється зручним інтерфейсом, наявністю функціоналу для обробки геодезичних знімків, побудови картографічних матеріалів та інтеграції космічних знімків і кадастрових шарів, що значно спрощує і прискорює процес визначення просторового розташування об'єктів.

Для створення цифрових картографічних даних було використано програмне забезпечення DigitalS. Після обробки результатів геодезичного знімання вдалося отримати креслення планово-висотного обґрунтування, на якому позначено десять станцій із відповідними номерами та висотами, що слугували основою для формування креслень. Далі в середовищі програми було визначено координати точок знімання, у результаті чого на екрані з'явилася хмара точок. Для подальшої роботи їх потрібно було з'єднати, орієнтуючись на абрис польового знімання. Програма автоматично відобразила досліджувану територію в інформаційних шарах і розмістила її на наявних картографічних матеріалах. Завдяки координатам система самостійно визначила місце розташування – село Фиголівка, Дворічанський район, Харківська область – тим самим підтвердила правильність визначення адміністративно-територіальної одиниці (рис. 2.4).

На основі отриманих координат програма автоматично визначила територію – село Фиголівка, що розташоване в Дворічанському районі Харківської області. Це дозволило підтвердити правильність визначення адміністративно-територіальної одиниці. Основною адміністративно-територіальною одиницею в дослідженні є саме населений пункт с. Фиголівка. Далі у програмі було обрано масштаб побудови картографічних матеріалів – 1:5000. Програма автоматично підбрала умовні знаки відповідно до обраного масштабу, що значно полегшило процес побудови.

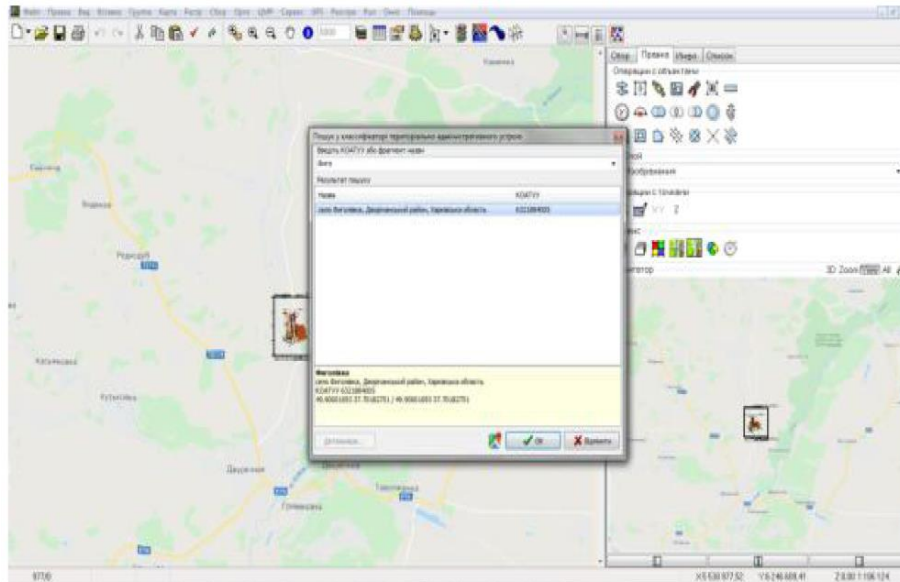


Рис. 2.4. Визначення місця розташування

У минулому створення карт займало багато часу, виконувалося вручну, що спричиняло появу помилок, неточностей і відхилень через людський фактор. Сьогодні, завдяки ГІС-технологіям, процес побудови є швидким, точним, зручним і дає можливість оперативно виправляти помилки.

У підсумку було створено повну картографічну модель ситуації у межах населеного пункту: нанесено вулично-дорожню мережу, житлову та господарську забудову, городи, лінійні інженерні споруди (лінії електропередач), водні джерела, річку, міст, автобусні зупинки та елементи інфраструктури. На основі висотного обґрунтування було побудовано рельєф місцевості у вигляді горизонталей і визначено межі водоохоронної зони (див. рис. 2.5, рис.2.6).

Оформлені в цифровому вигляді матеріали знімання, а саме цифрову карту села Фиголівка, було необхідно звірити з космічним знімком. Для цього в програмному забезпеченні Digitals завантажили відповідний шар із супутниковим зображенням і орієнтували створену карту за координатами кутів рамки планшета. Це дало змогу перевірити правильність розташування населеного пункту у межах єдиної кадастрової системи. В результаті

отримали зображення села з усіма графічними елементами, сформованими на основі геодезичного знімання.

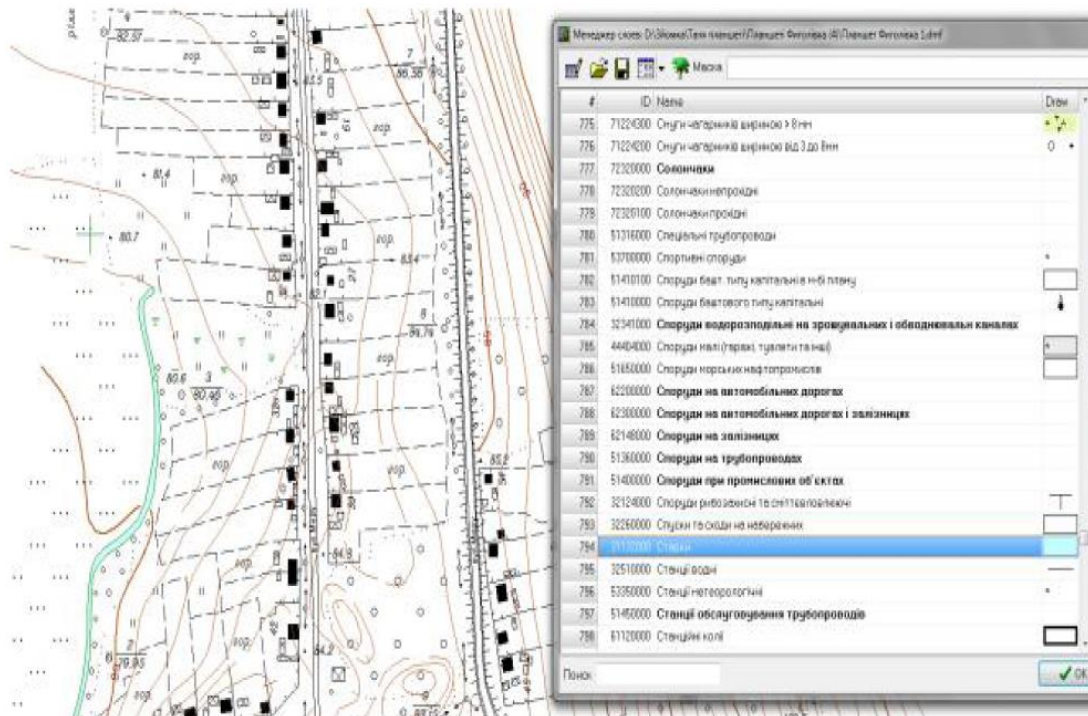


Рис. 2.5. Вибір умовного знака в Digitals

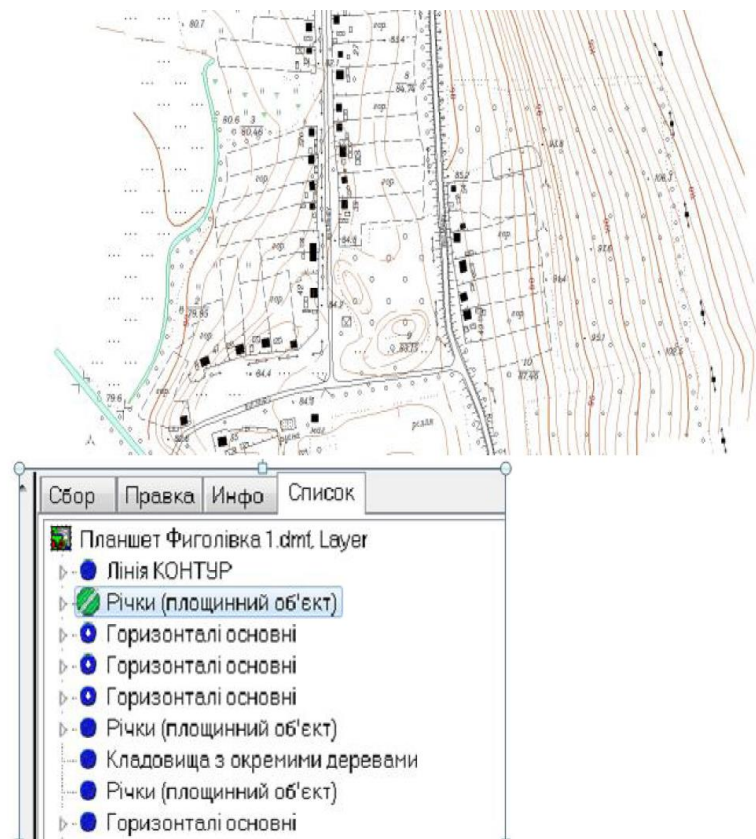


Рис. 2.6. Визначення водоохоронної зони

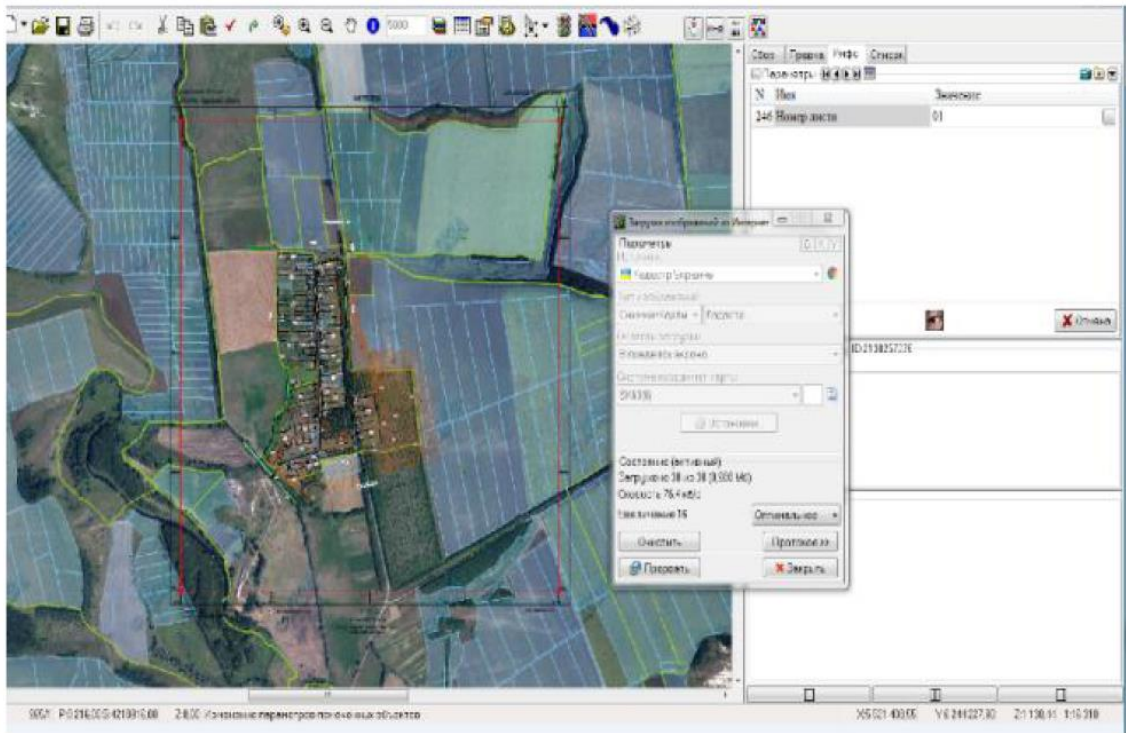


Рис.2.8. Суміщення цифрової карти на Публічній кадастровій карті

На сьогодні вимоги до оформлення і подання матеріалів у Державний земельний кадастр і Державний містобудівний кадастр є дуже суворими. Для включення інформації до відповідних інформаційних шарів обох кадастрів обов'язково дотримуються вимог щодо точності побудови, відповідності умовних знаків зображеним елементам місцевості, а також технічних вимог до подачі картографічної продукції. Матеріали подають у цифровому вигляді у форматі планшетів, які повинні містити повне відображення всіх необхідних елементів.

Цифровий план був оформлений у вигляді планшета, на який нанесли координатну сітку по осях X і Y у системах координат СК-63 та УСК-2000. Рамка планшета автоматично з'явилася в програмі, яка також здійснила оцифрування координатної сітки. Після цього були додані всі необхідні написи та підписи. У лівому нижньому кутку планшета відобразили схему розміщення листів карти. Населений пункт Фіголівка розташувався повністю в межах одного листа карти.

Картографічні дані створеного цифрового плану включають назву населеного пункту, розміщену у верхній центральній частині, геодезичні координати в межах рамки планшета, позначення висоти над рівнем моря, масштаб, схему розміщення планшетів, інтервали проведення суцільних горизонталей, позначення їх висот, умовні символи вулиць і їх назви, позначення житлових будинків, господарських споруд, межі присадибних ділянок із відповідними підписами, ділянки під городами, лінії водного фонду (зокрема річку Велика Дворічна), прибережну захисну смугу, точки геодезичного обґрунтування та іншу важливу інформацію, необхідну для наповнення земельного і містобудівного кадастрів.

Після цього було підготовлено креслення, необхідні для подальшого розроблення генерального плану села Фиголівка, розташованого в Дворічанському районі Харківської області. Відповідно до вимог Державних будівельних норм (ДБН), було оформлено відповідні креслення, зокрема опорний план, план наявної ситуації, схему зонування території, схему інженерних мереж та інші необхідні документи. При цьому використовувалися стандартні умовні позначення, передбачені для такого типу робіт (див. рис. 2.9).

Як показано на рис. 2.9, на кресленні кольорами виділено окремі земельні масиви, що відображаються в умовних знаках. Використання ГІС-технологій та програмного забезпечення Digital дозволяє вибирати відповідну кольорову гаму та створювати креслення, що відповідають вимогам Державних будівельних норм (ДБН) для розроблення генеральних планів населених пунктів. Програма також надає можливість точно відображати інженерні мережі, газові мережі, житлові будинки, автобусні зупинки, інші елементи інфраструктури населеного пункту в умовних знаках для подальшого проектування їх розміщення.



Рис. 2.9. Підготовка креслення для розроблення генерального плану на с. Фиголівка

Цифрова карта, створена за допомогою ГІС-технологій, дає можливість коригувати та оновлювати планово-картографічні матеріали в будь-який час і вносити актуальну інформацію до баз даних Держгеокадастру і містобудівного кадастру. У нашому випадку ми внесли дані до інформаційних шарів відділу урбанізації містобудування Державного містобудівного кадастру Харківської ОДА та інформацію про межі населеного пункту с. Фиголівка Дворічанського району Харківської області до Держгеокадастру, розробивши Проект встановлення меж цього населеного пункту.

Також створені в ГІС-системах цифрові картографічні дані дозволяють проводити моніторинг негативних явищ і процесів, оперативно реагувати на них на державному рівні та приймати необхідні управлінські рішення.

ГІС-технології, дистанційне зондування Землі та сучасні геодезичні вимірювальні системи дозволяють виконувати топографо-геодезичні

вишукування швидко та точно, з мінімальними похибками, що є необхідним для створення цифрових картографічних даних. Цифрові карти населених пунктів, розроблені за допомогою цих технологій, надають можливість коригувати та оновлювати картографічні матеріали у будь-який час, а також вносити необхідну інформацію до баз даних Держгеокадастру та містобудівного кадастру. Розробка планової геодезичної основи для території села Фиголівка із використанням ГІС-технологій дозволила внести дані про населений пункт до відповідних інформаційних шарів відділу урбанізації містобудування Державного містобудівного кадастру Харківської ОДА та обласного управління Держгеокадастру, а також розробити Проект встановлення меж населеного пункту.

2.2. Використання програмного забезпечення DigitalS для створення топографічних планів

Органи державної влади, місцевого самоврядування, різні галузі економіки та оборони країни постійно потребують створення і оновлення великомасштабних цифрових топографічних карт. Наявність таких карт та їх інтеграція в електронні бази даних має велике значення для планування просторового розвитку регіонів, розміщення промислових об'єктів, видобутку корисних копалин, розробки генеральних планів населених пунктів, а також для будівництва та реконструкції інфраструктури, проведення меліораційних робіт, землеустрою, сільського та міського господарства та інших галузей. Цифровий топографічний план є цифровою моделлю місцевості, яка створюється з урахуванням картографічних принципів генералізації, системи координат, висот та проекцій і зберігається на цифрових носіях. Актуальні та якісні цифрові картографічні матеріали є основними геопросторовими даними для всіх видів державних кадастрів.

Програма DigitalS призначена для створення та оновлення топографічних карт, картографічних матеріалів і цифрових моделей місцевості. Вона забезпечує точне та ефективне відображення просторової

інформації та інтеграцію картографічних даних у системи, які використовуються для управління територіями та планування розвитку інфраструктури. Програма автоматизує процеси створення карт і оновлення планів, що дозволяє значно зменшити час на їх розробку та забезпечує високу точність даних. Цифрові топографічні карти, створені за допомогою "Digitals", є необхідними для реалізації проектів у різних сферах, таких як будівництво, земельне планування, меліорація, а також для ефективного управління природними та земельними ресурсами. Вони є важливою частиною геопросторових даних, що використовуються в державних кадастрах та є необхідними для органів влади і зацікавлених осіб.

Програма Digitals призначена для створення та оновлення топографічних і спеціальних карт, а також для вирішення інженерних та прикладних завдань. Вона має кілька ключових можливостей, серед яких:

- підтримка необмеженої кількості шарів, що дозволяє визначати атрибути відображення об'єктів, такі як колір, товщина ліній, заливка, умовні знаки та інші характеристики;
- необмежену кількість параметрів об'єктів (полів бази даних) з можливістю їх розміщення на карті у вигляді підписів;
- вбудовану бібліотеку умовних знаків, яка містить точкові, лінійні, лінійно-орієнтовані, лінійно-масштабовані та площинні умовні знаки;
- можливість управління порядком відображення шарів та окремих об'єктів на карті.

Ці функції роблять програму Digitals потужним інструментом для точного і зручного створення картографічних матеріалів та обробки просторової інформації.

Камеральний етап створення топографічного плану масштабу 1:2000 передбачає використання геоінформаційних моделей, отриманих в результаті фотограмметричного опрацювання, таких як ортофотоплан, хмара точок, карти горизонталей та 3D моделі. Збір інформації і створення топографічного плану здійснюється за допомогою програмного забезпечення Digitals.

3. Житлова та громадська забудова: визначення контурів та характеристик будівель та споруд (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Векторизація житлової та громадської забудови

4. Гідрографія: встановлення місцезнаходження річок, ставків, озер, боліт та інших водних об'єктів, а також визначення напрямку та характеристик водотоків (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Векторизація об'єктів гідрографії

5. Рослинність: виявлення природних та штучних лісів, дерев, чагарників та інших видів рослинності (рис. 2.14).



Рис. 2.16. Векторизація елементів рельєфу

У випадку виявлення неточностей або спотворень на ортофотоплані, які ускладнюють однозначну ідентифікацію об'єктів або визначення їхніх властивостей, необхідно провести додаткове дешифрування на місцевості для коректного внесення даних до топографічного плану. Цей етап вимагає високої точності та уважності, оскільки від точності і якості топографічного плану залежить його ефективне використання в різних сферах діяльності.

Процес створення топографічного плану за допомогою програми DigitalS включає кілька етапів. Спочатку збирається інформація про всі топографічні об'єкти, такі як будівлі, огорожі, межі присадибних ділянок, городи, рілля, дорожня мережа, лінії електропередач, озеленення тощо, з використанням інструментальної панелі «Сбор». Вибір типу створюваного об'єкта та відповідного шару з умовним позначенням здійснюється відповідно до геометрії об'єкта і активного шару.

Після збору даних проводиться редагування об'єктів для виправлення помилок, таких як неправильна геометрія або топологічні неузгодження, за допомогою інструментальної панелі «Правка». Далі на об'єкти надаються

семантичні характеристики (атрибути), наприклад, для будівель вказується їх тип.

Для забезпечення якості створеного плану проводиться контроль, що включає перевірку локалізації, топологічної узгодженості та повноти внесення атрибутивної інформації. Після виправлення всіх помилок проводиться повторний контроль, щоб впевнитися, що план відповідає вимогам.

В результаті цього процесу створюється цифровий топографічний план масштабу 1:2000, що містить актуальну інформацію про місцевість і об'єкти на ній. Цей план може бути використаний для різних цілей, таких як планування місцевого розвитку, проектування, будівництво, землеустрій та інші. Програмне забезпечення Digitals дозволяє ефективно створювати цифрові топографічні плани, забезпечуючи гнучкість налаштувань і наявність широкого функціоналу.

Висновки до розділу 2

ГІС сьогодні є невід'ємною частиною процесів просторового планування, зокрема при створенні планової геодезичної основи для генерального плану населеного пункту. Генеральний план є стратегічним документом містобудування, який визначає довгостроковий розвиток території громади. Надійна та актуальна геодезична основа є передумовою якісного проектування, а використання ГІС забезпечує ефективне збирання, зберігання, аналіз і візуалізацію просторових даних.

Програмне забезпечення Digitals належить до сучасних вітчизняних геоінформаційних систем. Вона широко використовується в Україні для створення топографічних та кадастрових планів, опрацювання результатів геодезичних вимірювань, а також виконання широкого спектру інженерно-геодезичних робіт. Однією з ключових функцій цього програмного забезпечення є створення топографічних планів різного масштабу відповідно до національних стандартів та вимог Державного земельного кадастру.

РОЗДІЛ 3

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЯКІСНОГО ПРОЄКТУВАННЯ МІСТОБУДІВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Топографічні карти та плани є основою для розробки кадастрових картографічних матеріалів і створення картографічного базису для подальшого розвитку кадастрової системи. На території України більшість топографічних карт виготовлені в паперовому вигляді, а для деяких територій також існують скановані растрові електронні зображення. Одним із важливих завдань є переведення наявної топографічної інформації з аналогової (паперової) форми в цифрову. Це завдання активно виконується по всій країні. Проте в кожному окремому випадку потрібно враховувати специфіку та особливості топографічного забезпечення, а також враховувати перелік управлінських і геодезичних завдань.

Для ефективного створення цифрових топографічних карт і планів, необхідних для земельного кадастру, потрібно провести відповідні дослідження, в результаті яких буде розроблено прогресивну технологію для створення цифрових карт або планів, які відповідають вимогам кадастрової системи.

Цифрова карта є частиною інформаційної системи та має власну структуру. Процес створення цієї структури розпочинається з визначення термінів і відносин, які потім втілюються в класифікатор або класифікаційну структуру. Термінологія, яка застосовується в класифікаторі, повинна відповідати специфіці галузі, для якої створюється цифрова карта, а також лінгвістичним правилам, що робить її зрозумілою та доступною для фахівців цієї галузі.

У найпростішому вигляді класифікатор представлений ієрархічною системою, в якій загальні категорії розподіляються на підкатегорії. Однак, в

реальності, просторові дані завжди повинні включати реляційні зв'язки, які можуть бути представлені через спеціальні процедури.

Процес створення цифрових топографічних карт і планів аналогічний будь-якому іншому процесу виробництва і ґрунтується на обробці топографічних карт, планів та статистичних матеріалів. Основними етапами технології створення цифрових планів є підготовчі роботи, сканування, трансформація та зшивка растрових зображень, пошарова векторизація та контроль якості та точності готового цифрового плану.

Ці етапи є критичними для забезпечення високої точності та якості цифрового топографічного плану, який відповідає вимогам кадастрової та містобудівної діяльності.

Підготовчі роботи при створенні цифрового топографічного плану включають підбір і систематизацію вихідних матеріалів, а також аналіз їхньої придатності для подальшої роботи. Крім того, необхідно вибрати відповідні програмні та технічні засоби і обґрунтувати технологію виконання робіт.

Сканування є важливим етапом у процесі перетворення документів в растрові форми. Це дозволяє перевести паперові топографічні плани в цифровий формат для подальшої обробки.

Трансформація растрового зображення здійснюється по опорних точках з відомими геодезичними координатами, які ідентифіковані на растровому зображенні оригіналу. Для вибору таких точок доцільно використовувати перетини координатних ліній. Кількість опорних точок може варіюватися в залежності від величини деформацій оригіналу, вибраного методу трансформації та наявного програмного забезпечення. Важливо, щоб кількість опорних точок не була меншою за чотири для визначення мінімальних параметрів та оцінки точності перетворення.

Зшивання растрів також здійснюється на основі опорних точок. Після цього отримані зшиті растрові матеріали зберігають повноту та наглядність вихідних планів.

Векторизація або оцифрування растрових зображень проводиться шляхом поділу цифрового плану на шари в програмному забезпеченні. Кожен шар містить окремі об'єкти, які класифікуються відповідно до запропонованого класифікатора. Растрова підкладка служить фоном для поетапного оцифрування об'єктів, які включають будівлі, споруди, дороги, промислові об'єкти, колодязі, комунікації, кабелі, форми рельєфу, рослинність, гідрографічні об'єкти та текстові надписи. Кожен об'єкт цифрується в певній послідовності для забезпечення точності та чіткості карти.

Цифрові топографічні карти (плани) призначені для графічного відображення топографічних об'єктів і їх підписів, що забезпечують наглядність карти згідно з існуючими умовними знаками, а також їх подальше виведення для графічного використання. Між об'єктами, що відображаються на картах, та їх цифровими відображеннями повинна існувати чітка залежність, що досягається завдяки розробленим правилам цифрового опису.

При виборі програмного забезпечення для створення цифрових карт необхідно враховувати такі основні фактори, як відповідність технічному завданню, можливість не лише оцифрувати дані, але й подальше поповнення та оновлення цифрового плану через польові зйомки, підтримка експорту/імпорту даних у популярні формати (наприклад, AutoCAD, MapInfo, текстові формати), зручність та простота в практичному використанні, доступність програмного забезпечення та його ціна.

Трансформацію растрових зображень доцільно виконувати по окремих фрагментах, таким чином, щоб опорні точки, наприклад, перехрестя координатних ліній, рівномірно заповнювали всі робочі поля растру. Це дозволяє забезпечити точність перетворення зображення на цифровий формат.

При векторизації растрів в програмному забезпеченні доцільно створити власну бібліотеку умовних знаків, що охоплюють лінійні

(наприклад, стиль лінії), точкові (умовні знаки) та площинні об'єкти (зразки заповнення). Для кожного умовного знака можуть бути налаштовані властивості відображення, що дозволяє зберігати узгодженість і точність картографічного відображення.

Аналіз вимог до складу і точності інформації показує, що «обов'язковому відображенню на цифрових картах підлягають усі об'єкти, що виражаються в заданому масштабі і передбачені відповідними умовними знаками. Точність таких карт повинна відповідати вимогам традиційних карт. Відхилення відстаней між координатними мітками від істинного значення в масштабі плану не повинні перевищувати 0,2 мм, а накопичення відхилень по трьох сторонах не більше 0,3 мм. Середні похибки в положенні точок координування на плані не повинні перевищувати 0,4 мм» [15].

Однак при розробці алгоритмів для геометрії об'єктів цифрових топографічних карт виникають певні проблеми, які потребують додаткової уваги та вирішення.

1. Помилки традиційного ручного картографування. Історично більшість топографічних карт створювалася вручну з використанням методів монтажу синьок – зменшених до відповідного масштабу копій, наклеєних на жорстку основу. Це призводило до монтажних неточностей, що коливалися в межах: 0,2 мм для чітко визначених контурів (дороги, межі забудови); до 0,7 мм – для умовно-приблизних контурів (рослинність, ґрунти).

Крім того, ручне розбиття рамок аркушів передбачало допустимі похибки до 0,3 мм по діагоналях. Окремою проблемою стало розташування пунктів державної геодезичної мережі: хоча їх координати були задані точно, на практиці при монтажі часто спостерігалось їх зміщення, тоді як інші об'єкти залишалися «на місці». Це призводило до накопичення планових помилок, які в аналоговому вигляді ще були допустимими, але при переході до цифрового формату – неприйнятні, адже порушується точність просторової прив'язки.

2. Складність автоматизації зображення комплексних топографічних форм. Ще однією суттєвою проблемою є автоматичне відображення складних об'єктів рельєфу та природного середовища, що мають нерегулярну, індивідуальну форму. До таких об'єктів належать: геоморфологічні форми – обриви, ярки, промоїни, зсуви, пагорби, кургани; складні гідрологічні структури – пороги, рифи, замкнуті або протяжні водні утворення; техногенні утворення – терикони, відвали, кар'єри, вугільні розрізи; природно-антропогенні комплекси – райони поширення карсту або термокарсту, особливо з воронками, які не завжди відображаються в масштабі карти.

Такі об'єкти складно класифікувати за стандартними топографічними шаблонами, тому алгоритми автоматичного векторизації часто не здатні забезпечити належний рівень деталізації. У результаті оператор змушений вручну опрацьовувати дані, поділяючи об'єкт на структурні компоненти, визначаючи межі, лінії рельєфу та точки фіксації. Це знижує ефективність автоматизації і вимагає високої кваліфікації фахівців.

Тому для їх відображення необхідно застосовувати комбіновану методику, що поєднує інтерактивну роботу оператора з подальшою автоматизованою (або напівавтоматичною) обробкою конкретних об'єктів або їх частин. Враховуючи ці особливості, при створенні цифрових топографічних карт варто переглянути існуючі таблиці умовних знаків і, можливо, спростити їх, щоб зробити процес картографування більш ефективним.

Цифрові топографічні карти, які використовуються в кадастрі, повинні пройти Державну сертифікацію та надаватися у форматі, що не потребує конвертації для подальшого використання в спеціалізованому програмному забезпеченні. Це дозволить уникнути помилок, втрат даних та погіршення якості картографічної інформації. Програмне забезпечення для роботи з цифровими картами має бути централізовано постачено з єдиною базовою програмою, яка дозволяє вирішувати специфічні задачі земельного кадастру без потреби змінювати основний модуль.

Цифрові топографічні карти повинні відповідати тим самим вимогам, що й традиційні карти, включаючи точність, проекцію, систему координат, висоти та номенклатуру, що забезпечить їх точність та зручність для використання в різних сферах. Бібліотека умовних знаків для таких карт повинна бути універсальною та не прив'язаною до конкретного програмного забезпечення, відповідати «Класифікатору інформації, яка відображається на топографічних картах» та затвердженим умовним знакам для різних масштабів. Такий підхід забезпечить стандартизацію та узгодженість картографічної інформації, що підвищить точність і зручність використання цифрових карт у кадастрових і географічних дослідженнях.

Оновлення топографічних карт проводиться з метою приведення їх змісту до сучасного стану місцевості та відповідно до вимог чинних нормативно-технічних документів. Оновлення здійснюється на основі нових аерокосмічних знімків або сучасних картографічних матеріалів. Періодичність оновлення карт залежить від фізико-географічних особливостей території, рівня техногенного навантаження та частоти змін на місцевості і складає: «для промислово розвинутих густонаселених територій – 5-7 років; для сільськогосподарських середньонаселених територій – 8-10 років; для гірських, лісових і степових малонаселених територій – 10-15 років» [5, с. 30].

Завдяки значним змінам у техніці та технологіях, з'явився широкий спектр картографічних продуктів. До них відносяться: «топографічна карта з графічним відображенням ситуації та рельєфу; цифрова карта з ситуаційним та рельєфним змістом; цифрова ортофотокарта, яка поєднує фотографічне зображення місцевості з графічним відображенням рельєфу; цифрова модель рельєфу» [5, с. 30].

Цифрові ортофотокарти мають значні переваги, оскільки вони містять не лише рельєфні та ситуаційні елементи у вигляді умовних позначень, але й служать фотодокументами, що відображають стан місцевості на момент отримання зображення.

Незалежно від способу створення чи оновлення, цифрові топографічні карти повинні відповідати низці ключових вимог, що забезпечують їх ефективне використання в геоінформаційних системах. Передусім, такі карти мають забезпечувати можливість автоматизованого визначення просторового розташування об'єктів та фіксацію їх основних характеристик.

Важливо, щоб кожен об'єкт містив цифрові атрибути, які відображають його кількісні та якісні параметри (наприклад, висота, площа, функціональне призначення, технічний стан тощо). Структура цифрової карти має бути гнучкою та адаптивною, дозволяючи вносити зміни, оновлювати або доповнювати інформацію відповідно до змін на місцевості. Також обов'язковою є підтримка конвертації картографічних даних у різні формати, сумісні з основними геоінформаційними платформами (ArcGIS, QGIS, MapInfo та інші), що забезпечує інтеграцію цифрової карти в єдину інфраструктуру просторових даних на національному та міжнародному рівнях.

Для оновлення карт використовують різноманітні картографічні дані та дані дистанційного зондування Землі. Залежно від масштабу карти застосовуються аерознімки та космічні знімки, що мають відповідну роздільну здатність, яка коливається від 0,6 м до 1 м. Для забезпечення необхідної точності відображення контурів картографічної інформації використовуються супутникові знімки з точністю, що відповідає вимогам для різних масштабів карт, наприклад: для масштабу 1:10000 – 2 м, для масштабу 1:25000 – 5 м, для масштабу 1:50000 – 10 м.

Завдяки розвитку ГІС-технологій можливе ефективне оброблення даних ДЗЗ та оптимізація процесу оновлення топографічної і тематичної інформації. Для виконання експериментальних робіт з оновлення карт із використанням даних ДЗЗ застосовується загальноприйнята технологічна схема (рис. 3.1).

Дослідною ділянкою для цього дослідження була обрана центральна частина с. Фиголівка Харківської області. Для цієї ділянки було отримано

матеріали аерофотознімання, що складаються з п'яти знімків, а також космічний знімок.



Рис.3.1. Загальна технологічна схема створення та оновлення топографічної карти за матеріалами аерокосмічного знімання [5, с. 33]

Аерофотознімки були відскановані на фотограмметричному сканері, а параметри аерофотознімання та растрових зображень наведені в табл. 3.1, а також на рис. 3.2 зображено знімки і їхні фрагменти.

Таблиця 3.1

Параметри аерофотознімання та растрових зображень

Параметри аерознімків		Параметри космічного знімка	
Дата знімання	10 травня 2009 р.	Дата знімання	9 травня 2024 р.
Фокусна віддаль, мм	70	Супутник	IKONOS-2
Висота фотографування, м	600	Тип знімку	Панхроматичний
Розмір, мм	180.2×180.2	Канали	Синій, зелений, червоний
Формат	TIFF tiled (JPEG-90%) (Intel)	Формат	Geo-TIFF без стиснення
Розмір, пікселів	11264×11264	Розмір, пікселів	9720×9806
Розмір пікселя, мкм	16	Дозвіл, м на місцевості	1
Дозвіл, dpi	1588	Розмір, Mb	545
Розмір, Mb	50		

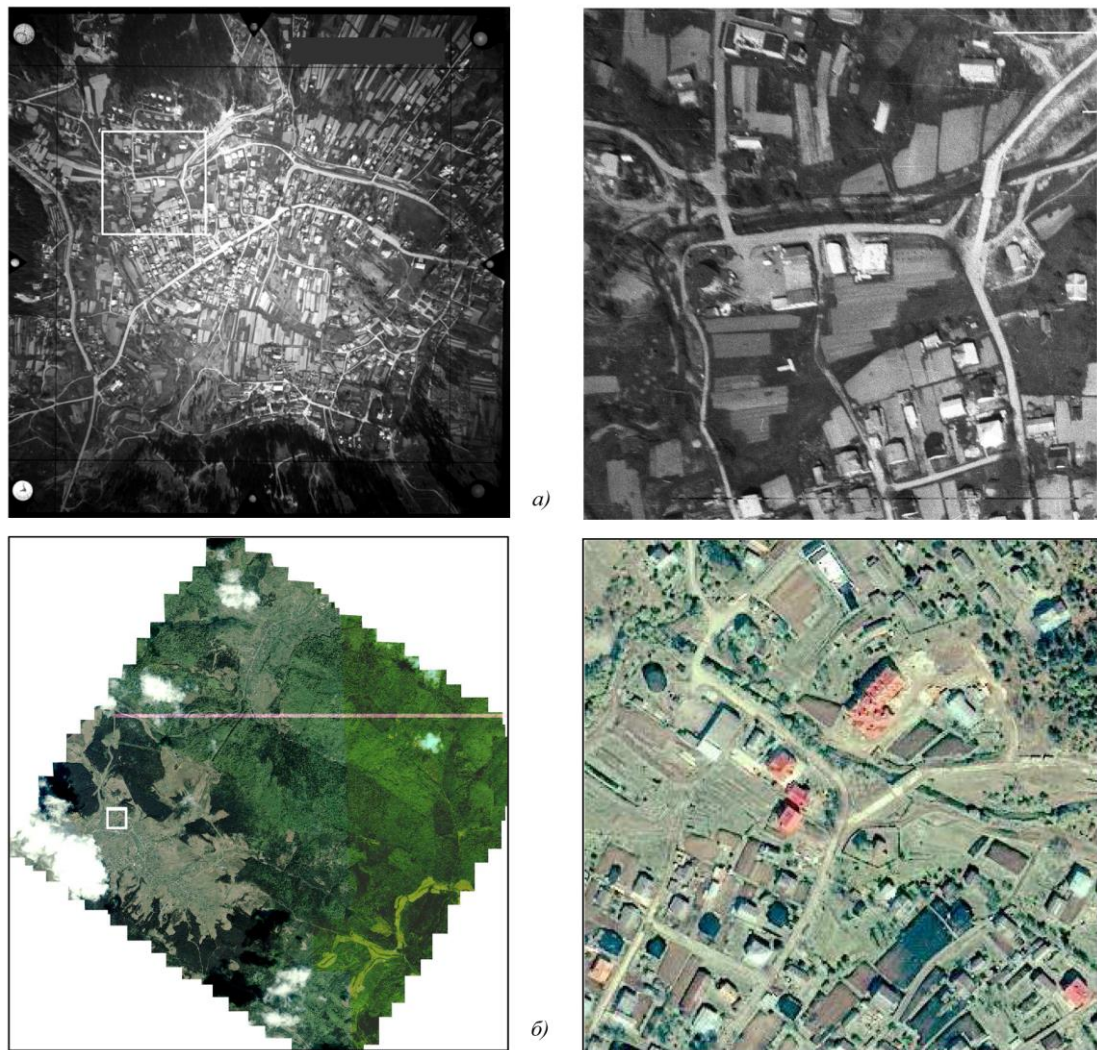


Рис. 3.2. Знімки та їхні фрагменти: а – аерознімок; б – космічний знімок

У ході дослідження можливостей сучасного програмного забезпечення для обробки зображень було використано два програмні продукти: ЦФС «Дельта» та ГІС «Панорама». Обидва програмні засоби відповідають вимогам створення цифрових карт та забезпечують високу точність у процесі формування цифрової моделі рельєфу (ЦМР) та ортофотозображень.

На першому етапі обробки аерофотознімків у середовищі ЦФС «Дельта» було використано 13 опорних точок, координати яких визначено методом GPS-прив'язки. Зображення оброблялися у масштабі 1:4000, із забезпеченням необхідного покриття опорними точками – щонайменше чотири точки на кожен стереопару в зоні перекриття.

Основні етапи роботи в ЦФС «Дельта» включали:

- 1) Орієнтування знімків та моделей.
- 2) Створення цифрової моделі рельєфу.

ЦМР було побудовано в програмному середовищі Digitals із залученням моделей, що перекривалися на 50-100 м. До складу створеної ЦМР увійшли: регулярна сітка висотних точок із кроком 20 м; елементи гідрографії; структурні лінії та характерні точки рельєфу.

Контроль якості цифрової моделі здійснювався за горизонталями з кроком 2 м. Допустиме відхилення становило не більше 0,6 м, що відповідає нормативним вимогам.

На наступному етапі було визначено планово-висотні координати 40 контурних точок, які чітко ідентифікуються як на аерофотознімках, так і на супутникових зображеннях. Ці точки охоплювали всю дослідну територію, включаючи поворотні межі угідь, лінії доріг та інші орієнтири.

Для подальшої обробки даних у середовищі ГІС «Панорама», отриману цифрову модель рельєфу було експортовано у формат ASCII. Завдяки цьому забезпечено безперешкодний імпорт координат висотних точок у ГІС-середовище для наступного етапу створення ортофотоплану, редагування цифрових карт та виконання просторового аналізу.

Для створення ортофотозображення, яке забезпечує прив'язку зображення до системи координат з одночасним усуненням похибок, зумовлених рельєфом місцевості, кутами нахилу знімків та їх різномасштабністю, використовувалося програмне забезпечення ГІС «Панорама». За даними цифрової моделі рельєфу (ЦМР) була побудована матриця висот (рис. 3.3), де кожен елемент містить інформацію про планово-висотні координати. Ця матриця є основою для коригування ортофотозображення, враховуючи вплив рельєфу та інші фактори, що можуть вплинути на точність зображення.

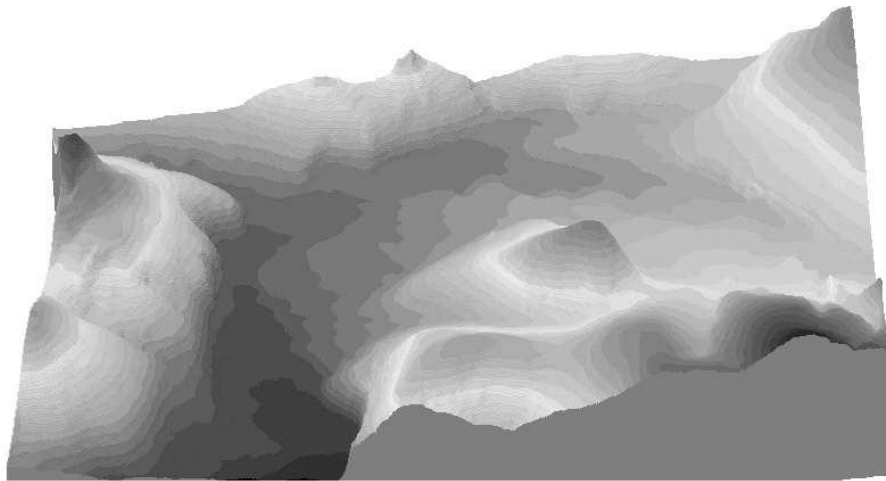


Рис. 3.3. Матриця висот у 3D-виді

Комплекс робіт зі створення ортофотозображення дослідної території передбачав виконання низки взаємопов'язаних етапів, спрямованих на отримання високоточних геопросторових даних для подальшого використання в геоінформаційних системах та топографічному картографуванні.

На першому етапі було здійснено конвертування вихідних растрових аерофотознімків у внутрішній формат ГІС «Панорама», що забезпечило сумісність із інструментами редагування та трансформування даних у програмному середовищі.

Далі було виконано трансформування кожного аерофотознімка окремо з використанням методу трансформування за елементами зовнішнього орієнтування. У процесі трансформування враховувались: координати опорних точок; елементи внутрішнього орієнтування; відомі параметри знімання; цифрова матриця висот; геодезичні дані.

Для космічного знімка трансформація також проводилася з використанням опорних точок і цифрової моделі рельєфу (ЦМР).

Після трансформування було здійснено створення суцільного ортофотозображення всієї дослідної ділянки шляхом компонування центральних частин окремих знімків. Для цього були побудовані полігони

стикування, межі яких проходили в зоні середини перекриття знімків. Зображення за межами полігонів було автоматично видалено.

З метою підвищення якості фінального зображення виконано: редагування яскравості та контрастності у зонах стику для усунення візуальних розбіжностей; видалення зайвих фрагментів поза межами визначених полігонів; оптимізацію єдиного растрового полотна із прив'язкою до географічної системи координат.

У підсумку було сформовано точне та однорідне ортофотозображення дослідної території, придатне для векторизації, аналізу та включення до цифрових топографічних карт.

Для аналізу змін на місцевості с. Фиголівка два зображення були накладені одне на інше з різним ступенем прозорості. Візуальний аналіз виявив зміни на місцевості, особливо добре це було видно на дорожній мережі, де тон зображення доріг був значно світліший (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Результат накладання ортозображень матеріалів аерофотознімання і космічного знімка

Однак, визначити такі зміни, як наявність нової забудови, лише через візуальне порівняння зображень складно, не кажучи вже про кількісні параметри змін. Для точного відстеження таких змін необхідно створити векторну карту за растровим зображенням, що дозволить отримати як якісні, так і кількісні характеристики об'єктів місцевості.

За допомогою стандартних функцій ГІС «Панорама» спочатку на ортофотознімок, отриманий за матеріалами аерофотознімання, була нанесена існуюча векторна карта об'єктів (рис. 3.5а). Потім створену векторну карту наклали на космічне зображення та внесли зміни до карти, додавши нові дороги, мости, будинки (рис. 3.5б). Зміни у розташуванні рослинності та об'єктів гідрографії не були зафіксовані.

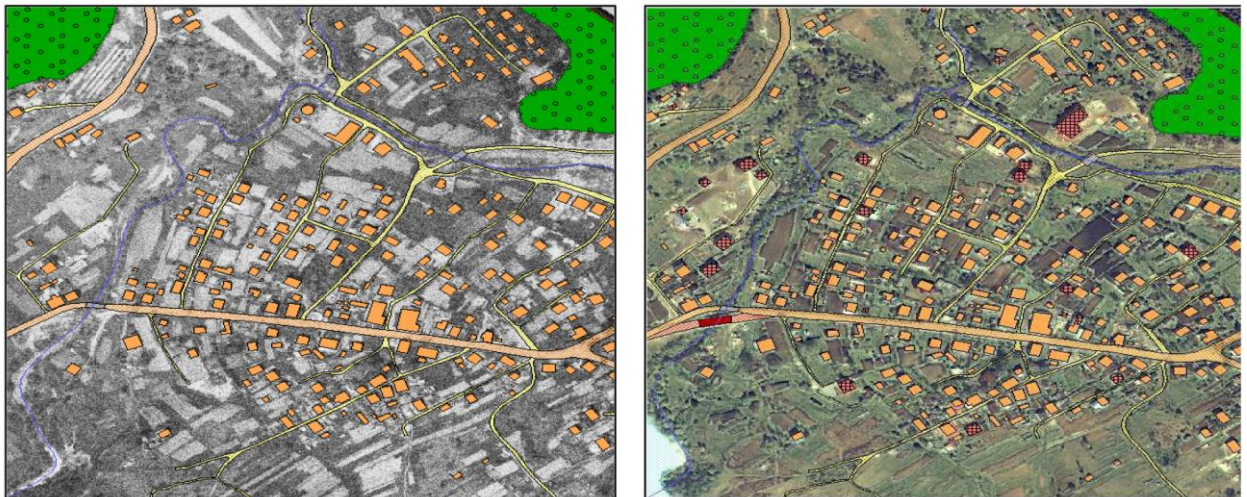


Рис. 3.5. Фрагменти ортозображень з нанесеною векторною інформацією: а) за матеріалами аерофотознімання; б) в результаті оновлення за матеріалами космічного знімання

Використовуючи можливості програми «Панорама» та наявність векторної карти, можна здійснити не лише візуальний аналіз змін, але й провести кількісну оцінку. Наприклад, в аналізованій період на дослідній ділянці було побудовано два дорожні мости та зведено 109 нових будинків (загальна кількість будинків на ділянці становить 765).

На топографічній карті або ортофотокарті необхідно відобразити рельєф місцевості у вигляді горизонталей, при цьому важливо, щоб горизонталі відповідали ЦМР місцевості та мали коректний візуальний вигляд.

Для порівняння відповідності горизонталей рельєфу було взято фрагмент горизонталей, згенерованих у програмі Digitalis (рис. 3.6).

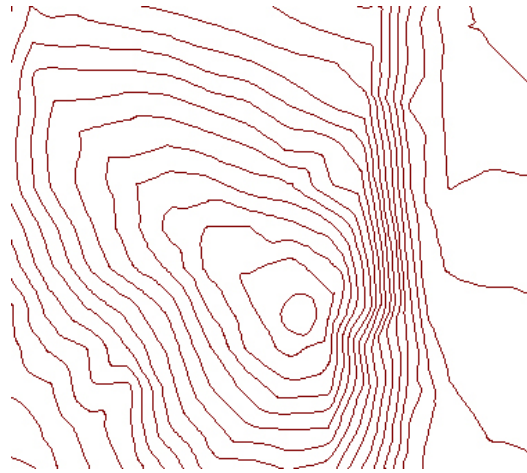


Рис.3.6. Фрагмент горизонталей, згенерованих в програмі *Digital*s

У ГІС «Панорама» горизонталі були згенеровані з кроком 2 м на основі матриці висот і елементів гідрографії з типом згладжування "сплайн, що описує". Інші параметри були підібрані за візуальною оцінкою результатів генерування. Процес генерування був виконаний в трьох наближеннях. Параметри генерування вказано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Параметри генерування даних

Параметри побудови горизонталей	наближення		
	1	2	3
Усунення горизонталей мінімальної довжини, мм	1	3	3
Усунення петлі мінімальної довжини, мм	2	5	5
Крок фільтрації поворотних точок, мм	1	5	8

Роздрук фрагментів згенерованих горизонталей на відповідну ділянку показано на рис. 3.7.

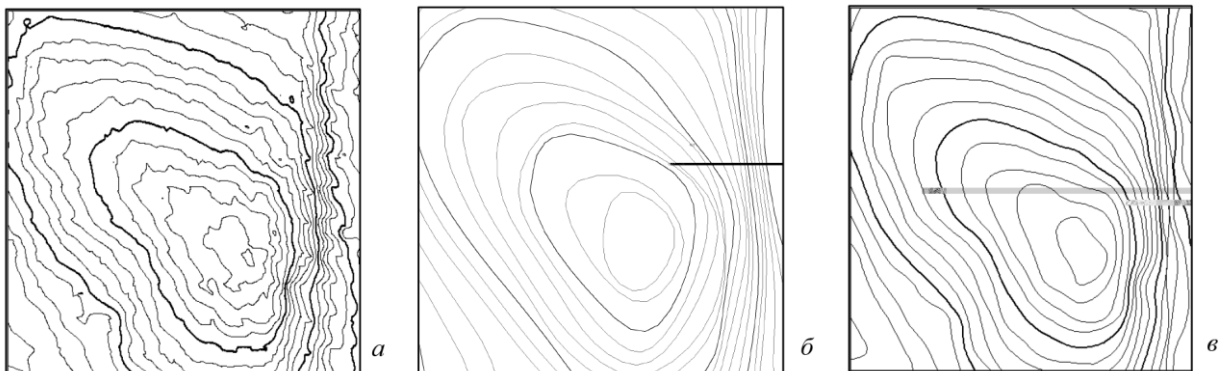


Рис. 3.7. Фрагменти горизонталей, згенерованих в ГІС «Панорама»

Як показав візуальний аналіз зображень, при першому наближенні (рис. 3.7а) горизонталі виявились надзвичайно деталізованими через малий крок фільтрації (кількість точок на сплайні), що відображає навіть найменші відхилення. Це також призвело до появи дрібних петель і маленьких горизонталей, які створювали зайву інформацію на зображенні.

У другому наближенні (рис. 3.7б) горизонталі стали більш плавними, відстань між ними та їхня загальна форма відповідали оригіналу (рис. 3.6). Цей результат дозволив чітко виявити мікроформи рельєфу. Оскільки параметри першого і другого наближення були задовільними (відсутність петель і малих горизонталей), вони не змінювались для третього наближення (рис. 3.7в). В третьому наближенні було змінено лише крок фільтрації. Хоча горизонталі стали більш плавними, візуально помітно, що через зменшення кількості точок повороту під час згладжування горизонталі на крутих схилах накладаються одна на одну, що призводить до втрати рисунка мікроформ рельєфу.

Таким чином, найбільш оптимальним результатом були параметри другого наближення, за якими були згенеровані горизонталі для дослідної ділянки. Остаточним результатом експериментальних робіт стала створена цифрова ортофотокарта в масштабі 1:10000 (рис. 3.8).

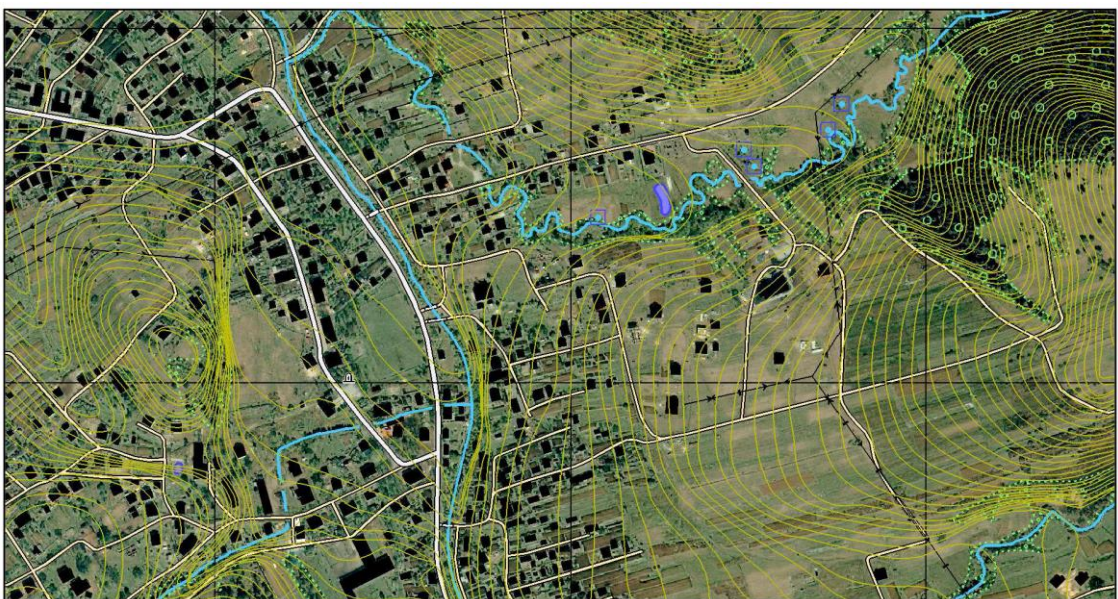


Рис. 3.8. Фрагмент створеної ортофотокарти за матеріалами аерокосмічного знімання

Застосування цифрових методів для оновлення топографічних карт зберігає традиційну триетапність процесу, яка включає створення топографічної основи, накладання векторизованої карти на растрове зображення та остаточне нанесення об'єктів (рис. 3.9). Це дозволяє здійснити точне оновлення карт, з урахуванням нових даних і змін на місцевості.

Оновлення або створення цифрових топографічних карт включає кілька етапів (рис. 3.9).

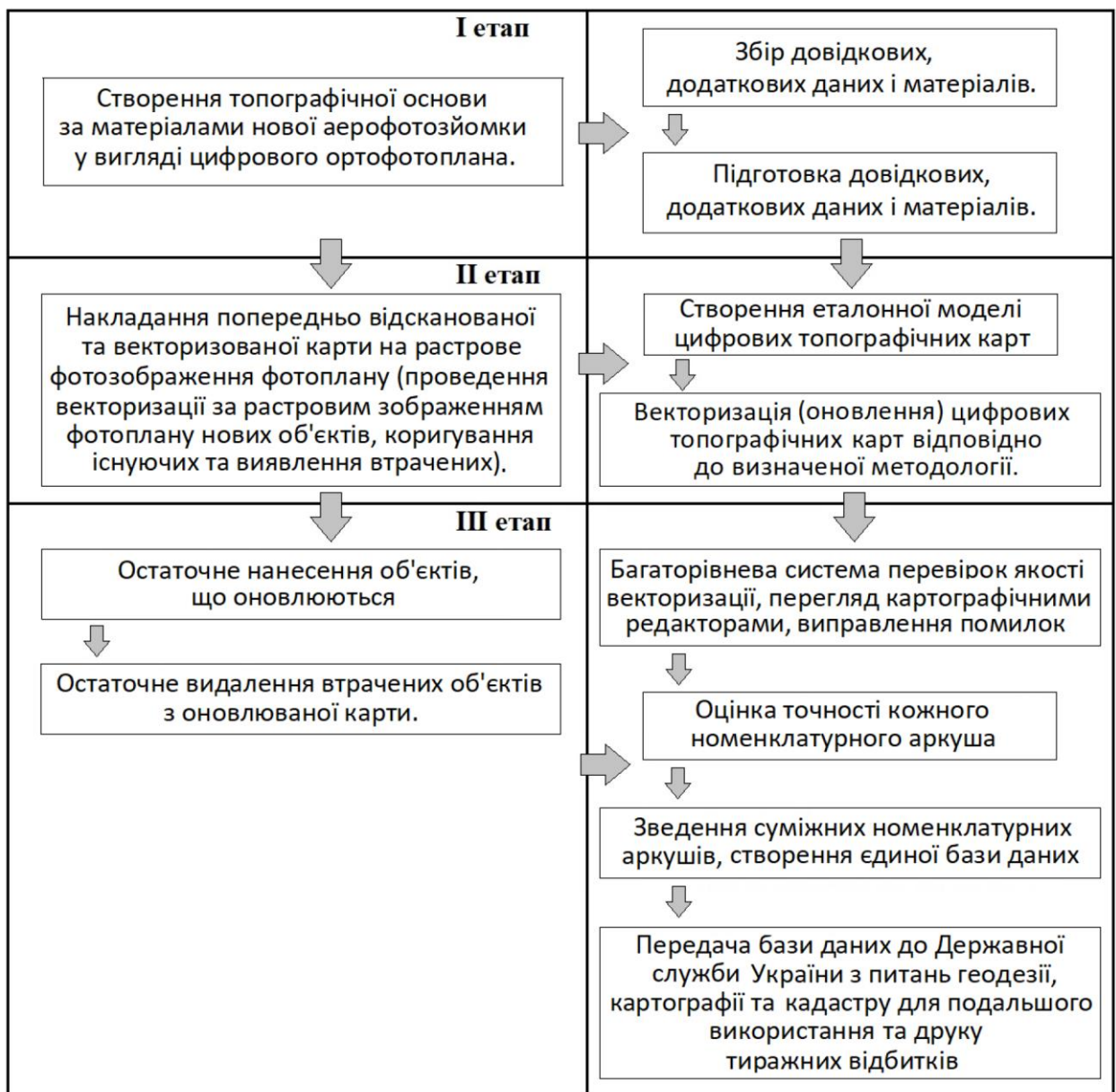


Рис. 3.9. Процес оновлення топографічних карт та планів [12, с. 19]

Цей процес дозволяє забезпечити високу точність і актуальність картографічних даних для подальших геодезичних і кадастрових робіт.

У процесі редагування цифрових карт одним із ключових завдань є забезпечення точності геометричного розташування об'єктів та повноти семантичної інформації. Основні етапи редагування включають:

1) Зведення контурів і горизонталей, що дозволяє усунути розбіжності у лінійних та площинних об'єктах, сформованих на основі різних джерел знімальної інформації або під час об'єднання декількох фотопланів.

2) Коригування семантичних кодів, необхідне для уніфікації описових атрибутів об'єктів відповідно до класифікаторів топографічних даних та вимог до цифрових карт певного масштабу.

3) Присвоєння об'єктам умовних знаків згідно з державними стандартами (наприклад, ДСТУ 8737), що забезпечує візуальну інтерпретацію інформації та її подальшу зручну обробку.

4) Нанесення характеристик об'єктів, таких як висотні позначки, тип поверхні, функціональне призначення, інженерні споруди тощо.

Для виконання цих завдань застосовуються спеціалізовані функції програмного забезпечення, зокрема: перегляд по шарах (тематичних рівнях), що дозволяє працювати з окремими групами об'єктів незалежно; копіювання, переміщення чи видалення об'єктів з можливістю вибору по типу або семантиці; автоматичне стикування меж і об'єктів, що були згенеровані з різних ортофотопланів або на різних ділянках, із врахуванням їхнього просторового положення; виділення оригіналу – функція для перевірки змін або порівняння з вихідними даними.

Значною перевагою цифрових технологій у сфері картографування є високий рівень автоматизації всіх етапів оновлення, що дозволяє скоротити терміни виконання робіт, зменшити людський фактор у процесі редагування та значно підвищити точність, узгодженість і актуальність геоданих.

Редагування топології є важливим етапом, особливо під час оцифрування картографічних об'єктів, наприклад, багатокутників. У цьому процесі коригується геометрія об'єктів та визначаються спільні межі, що дозволяє забезпечити точність та узгодженість картографічних даних. Інструменти для топологічного редагування в програмному забезпеченні, такому як ArcGIS, дозволяють автоматично оновлювати межі полігонів та запобігати накладанню полігонів під час оцифровки, що значно спрощує процес.

Методологія безшовної бази геоданих, яку підтримують сучасні ГІС-програми, дозволяє інтегрувати різноманітні набори даних без втрат у цілісності інформації. Інструмент Append дає можливість додавати різні набори даних в існуючий цільовий набір, що зручно для злиття даних з різних джерел, таких як класи об'єктів точок, ліній, багатокутників та інші типи даних.

Після завершення процесу векторизації необхідно перевірити ідентифікацію інформації для підтвердження правильності її відображення. У цілісній базі даних кожен об'єкт розглядається як безперервний і унікальний елемент, що допомагає уникнути дублювання та забезпечує точність картографічних даних.

В сучасних умовах потреба в точних, актуальних та високоякісних топографічних картах зростає, і методи ГІС відіграють ключову роль у цьому процесі. У вашій роботі підтверджено ефективність використання геоінформаційних систем для створення та оновлення карт, що дозволяє оптимізувати та автоматизувати численні етапи, забезпечуючи точність і швидкість.

Загальний алгоритм оновлення топографічної карти, розроблений у роботі, включає основні етапи, які враховують всі особливості процесу: від використання стереопар знімків і одиночних знімків до роботи з ортофотопланами. Важливим аспектом є приведення контурної частини

карти у відповідність з новими знімками, що передбачає не лише оновлення існуючих об'єктів, але й включення нових і коригування семантики.

Цифрові формати карт дозволяють значно спростити процес їх оновлення, зменшити кількість ручної роботи та підвищити ефективність. Оновлення карт у цифровому форматі дає змогу оперативно вносити зміни, що важливо для забезпечення актуальності картографічних даних. Застосування методів цифрового картографування забезпечує високу точність, зручність використання, довговічність зберігання та можливість багаторазового використання даних.

Система ArcGIS, як одна з найбільш поширених у сфері геоінформаційних технологій, дозволяє автоматизувати численні етапи роботи з картами, від векторизації до аналізу просторових даних. Її інструменти відповідають вимогам сучасної картографії, що робить її ефективним інструментом для створення та оновлення цифрових карт.

Врахування всіх цих факторів дозволяє значно підвищити якість картографічних робіт, забезпечити точність даних та зменшити час, необхідний для їх створення та оновлення.

Висновки до розділу 3

У сучасних умовах містобудівне проектування набуває дедалі більшої складності через необхідність врахування численних просторових, правових, соціально-економічних та екологічних факторів. Це зумовлює потребу у впровадженні сучасних цифрових технологій, зокрема геоінформаційних систем (ГІС), цифрового моделювання територій, автоматизованих систем проектування (САД) та інструментів просторового аналізу.

Попри наявні проблеми, використання сучасних цифрових технологій у сфері містобудівного проектування відкриває широкі перспективи для підвищення якості документації, прозорості процесів і забезпечення сталого розвитку територій. Їх впровадження має стати одним з ключових напрямів державної політики у сфері просторового планування.

ВИСНОВКИ

Планування території населених пунктів є складовою містобудівної діяльності, яка спрямована на забезпечення раціонального використання земель, створення сприятливого життєвого середовища, гармонійного розвитку забудови, інженерної інфраструктури, природного середовища та соціальної сфери. Основною метою планування є узгодження інтересів держави, територіальних громад та громадян, а також забезпечення сталого розвитку населених пунктів. Центральним документом у системі містобудівного планування є генеральний план населеного пункту. Це основний вид містобудівної документації на місцевому рівні, який визначає довгострокову стратегію розвитку території.

Картографічна основа є одним з ключових елементів при розробленні містобудівної документації, оскільки саме на ній базуються всі графічні матеріали генеральних планів, планів зонування, детальних планів територій і комплексних планів просторового розвитку територій громад. Від якості, точності, актуальності та змістовності картографічної основи залежить достовірність усіх планувальних рішень, що ухвалюються на її основі. Картографічна основа є цифровою або графічною картою певного масштабу, яка відображає просторове розміщення природних, інженерних, інфраструктурних, соціально-економічних та адміністративних об'єктів на досліджуваній території. Вона забезпечує прив'язку усіх об'єктів проєктування до координатної системи та дозволяє інтегрувати геопросторові дані в геоінформаційних системах.

ГІС сьогодні є невід'ємною частиною процесів просторового планування, зокрема при створенні планової геодезичної основи для генерального плану населеного пункту. Генеральний план є стратегічним документом містобудування, який визначає довгостроковий розвиток території громади. Надійна та актуальна геодезична основа є передумовою якісного проєктування, а використання ГІС забезпечує ефективне збирання,

зберігання, аналіз і візуалізацію просторових даних. Використання ГІС при створенні планової геодезичної основи для генерального плану населеного пункту забезпечує сучасний, точний і ефективний інструмент планування, який відповідає вимогам цифрової трансформації державного управління та сталого розвитку територій.

Програмне забезпечення DigitalS належить до сучасних вітчизняних геоінформаційних систем. Вона широко використовується в Україні для створення топографічних та кадастрових планів, опрацювання результатів геодезичних вимірювань, а також виконання широкого спектру інженерно-геодезичних робіт. Однією з ключових функцій цього програмного забезпечення є створення топографічних планів різного масштабу відповідно до національних стандартів та вимог Державного земельного кадастру. Використання DigitalS для створення топографічних планів забезпечує високу точність, відповідність нормативам, гнучкість експорту даних і зручність роботи з геопросторовою інформацією. Це програмне забезпечення є ефективним інструментом у руках фахівців, що працюють у сфері геодезії, землеустрою, архітектури та містобудування, особливо в контексті цифровізації просторового планування в Україні.

У сучасних умовах містобудівне проектування набуває дедалі більшої складності через необхідність врахування численних просторових, правових, соціально-економічних та екологічних факторів. Це зумовлює потребу у впровадженні сучасних цифрових технологій, зокрема геоінформаційних систем (ГІС), цифрового моделювання територій, автоматизованих систем проектування (САД) та інструментів просторового аналізу.

До перспектив впровадження цифрових технологій у містобудівну практику можна віднести:

- інтеграцію ГІС та містобудівного кадастру забезпечить комплексний підхід до планування територій, моніторингу забудови та ведення обліку об'єктів;

- цифрове моделювання та 3D-візуалізація проєктів дозволить не лише якісно презентувати плани розвитку територій, а й передбачити просторові конфлікти, навантаження на інфраструктуру, вплив на навколишнє середовище;

- використання BIM (Building Information Modeling) сприятиме точнішому інженерному плануванню, оптимізації витрат і покращенню взаємодії між архітекторами, проєктувальниками та замовниками;

- створення національної платформи для обміну просторовими даними (на зразок інфраструктури геопросторових даних України) дозволить уніфікувати та стандартизувати роботу з даними на місцевому рівні;

- розвиток електронних адміністративних послуг (е-послуги у сфері будівництва, е-подання документації) значно підвищить прозорість процесів, зменшить корупційні ризики та прискорить погодження проєктів.

Використання сучасних цифрових технологій у сфері містобудівного проєктування відкриває широкі перспективи для підвищення якості документації, прозорості процесів і забезпечення сталого розвитку територій. Їх впровадження має стати одним з ключових напрямів державної політики у сфері просторового планування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артемов В., Мовчан Т., Бахчеван Е., Данько Т. Принципи цифрової трансформації і впровадження її в геодезії та землеустрої. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*. 2020. № 96. С. 129-138.
2. Балакірський В. Б., Захаров С. В., Литвиненко Ю. О., Куришко Р. В. Використання геодезичного обладнання та ГІС-технологій для формування геопросторових даних. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія: Екологія*. 2014. Вип. 11. № 1140. С. 9-13.
3. Біда П. І. Використання ГІС-технологій у землевпорядному проектуванні. *Український журнал прикладної економіки*. 2017. Т 2. № 2. С. 120-128.
4. Гопцій О. Б., Масленнікова В. В., Черевко І. В. До питання планування території сільських населених пунктів, розроблення генеральних планів та іншої містобудівної документації. *Економіка і суспільство*. 2018. Вип. 19. С. 844-852.
5. Грицьків Н., Почкін С. Створення і оновлення базових картографічних матеріалів з використанням аерокосмічних зображень. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2008. Вип. 70. С. 30-37.
6. Земельний кодекс України : Кодекс України від 25 жовтня 2001 року № 2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#n1833>
7. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, :2000, 1:1000 та 1:500. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>
8. Казаченко Л., Чубукін Р., Казаченко В. ГІС-технології при створенні планової геодезичної основи для розроблення генерального плану населеного пункту. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2021. Вип. 2. С. 67-75.
9. Казаченко Л. М. Застосування даних ДЗЗ для моніторингу процесів зсуву ґрунту. *Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: «Технічні науки»*. 2018. Т. 29 (68). №. 5. С. 105-111.

10. Карпінський Ю. О. Лазоренко-Гевель Н. Ю. Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування. *Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва*. 2018. № I(35). С. 204-211.
11. Класифікатор інформації, яка відображається на планах масштаба 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. URL: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3304>
12. Ліхва Н. В., Стадніков В. В., Колосюк А. А., Константинова О. В. Дослідження можливостей геоінформаційних технологій для автоматизованого створення і оновлення цифрових топографічних планів. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2023. Вип. 53. С. 16-22.
13. Ліхва Н. В., Стадніков В. В., Константинова О. В., Колосюк А. А. Застосування ARCGIS для створення топографічного плану М 1:2000. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. № 20.
14. Луньова О. В., Буглак О. В. Методологічні засади застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища та програмне забезпечення досліджень. *Український журнал дистанційного зондування землі*. 2019. № 22. С. 27-34.
15. Малащук О. С. Обґрунтування технології створення цифрових топографічних карт та планів для потреб державного земельного кадастру. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2009. № 51.
16. Нестеренко С. Г. Дослідження земельного адміністрування та геоінформаційного забезпечення міського будівництва України. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2017. № 1/4 (33). С. 24-28.
17. Нестеренко С. Г., Радзінська Ю. Б., Афанасьєв О. В., Фролов В. О. Дослідження напрямів та технологія застосування електронних топографічних планів місцевості. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. 2019. Том 30(69), № 4. Ч. 1. С. 143-146.

18. Пілічева М. О., Кінь Д. О., Поморцева О. Є. Інтеграція топографічної та кадастрової інформації базового набору геопросторових даних земельної ділянки. *Містобудування та територіальне планування*. 2018. № 66. С. 523-531.
19. Плешкановська А. Об'єднана територіальна громада як об'єкт нового виду містобудівної і землевпорядної документації – комплексного плану просторового розвитку. *Збірник наукових праць ЛОГОС*. 2020. № 3. С. 10-14.
20. Поморцева О. Є., Пілічева М. О., Анопрієнко Т. В. Технологія використання геоінформаційних систем при обробці геодезичних даних. *Технічні науки та технології*. 2020. № 4(18). С. 229-237.
21. Практичні рекомендації з розробки системи управління електронними ресурсами за допомогою цифрових технологій, проєктів просторового планування та інтегрованого підходу. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/praktychni-rekomendatsiyi-z-rozrobky-systemy-upravlinnya-elektronnyimi-resursamy>
22. Про благоустрій населених пунктів: Закон України від 06.09.2005 року № 2807-IV. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T052807>
23. Про Державний земельний кадастр: Закон України від 07.07.2011 р. № 3613-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/361317#Text>
24. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру: Постанова Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 року № 1051. URL: https://ips.ligazakon.net/document/KP121051?ed=2017_12_06
25. Про затвердження порядку проведення інвентаризації земель: Постанова Кабінету міністрів України від 23.05.2012 року № 513. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/513-2012-п>
26. Про затвердження Порядку розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації: Постанова Кабінету Міністрів України від 01.09.2021 року № 926. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP210926>

27. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 року № 858-15. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/858-15>
28. Про космічну діяльність: Закон України від 15.11.1996 року № 502/96-ВР. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/Z960502>
29. Про місцеве самоврядування в Україні: Закон від 21.05.1997 року № 280/97-ВР. URL: https://ips.ligazakon.net/document/Z970280?an=916684&ed=2019_05_01
30. Про основи містобудування: Закон України від 16.11.1992 року № 2780-12. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/2780-12>
31. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17.02.2011 року № 3038-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
32. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23.12.1998 року № 353-XIV. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T980353>
33. Русіна Н. Г., Люльчик В. О. Програмне забезпечення геодезичних розрахунків у землеустрої. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. № 1. Т. 30 (69). Ч. 2. С. 156-160.
34. Стадніков В., Колосюк А., Константинова О., Ліхва, Н. Теоретичні засади використання програмного забезпечення DIGITALS для створення топографічних планів. *SWorld Journal*. 2023. № 2(21-02). С. 36-42.
35. Стадніков В., Ліхва Н., Константинова О. Сучасні технології геопросторового аналізу під час планування міської території. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2023. № I(45). С. 135-145.