



KAPITEL 2 / CHAPTER 2 ²

DIGITAL TOPOGRAPHIC MAPPING IN UKRAINE: CURRENT STATE, CHALLENGES, AND DEVELOPMENT PROSPECTS

DOI: 10.30890/2709-2313.2025-40-01-014

Вступ

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується посиленням ролі геопросторової інформації у всіх сферах економіки, управління та планування територій. В умовах децентралізації управління, зростання попиту на якісні геопросторові дані та необхідності оперативного прийняття обґрунтованих рішень, цифрове топографічне картографування набуває стратегічного значення. Воно є базовою технологією для формування національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД), без якої неможливе ефективне вирішення задач просторового розвитку територіальних громад, містобудування, землеустрою, моніторингу природних ресурсів, екологічного управління та інших напрямів діяльності.

Актуальність цифрового топографічного картографування особливо зросла у зв'язку із запровадженням Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», який визначив нові стратегічні пріоритети, засновані на інтегрованому підході до управління геопросторовими ресурсами. Однак на практиці існують численні організаційні, нормативно-правові, технічні й технологічні проблеми, що перешкоджають широкому впровадженню цифрових технологій, знижують якість геоданих і стримують ефективне використання їх у державному та муніципальному управлінні.

До ключових проблем належать недостатня міжвідомча взаємодія, фрагментованість геоданих, обмеженість ресурсного й кадрового забезпечення, неоднорідність та низька якість вхідних даних, технологічні труднощі при створенні та актуалізації баз топографічних даних, а також відсутність чітких стандартів та рекомендацій щодо їх інтеграції та поширення. Вирішення цих

²Authors: Likhva Nataliia Volodymyrivna

Number of characters: 72187

Author's sheets: 1,81



питань є необхідною передумовою подальшого розвитку системи геопросторових даних в Україні та реалізації концепції «цифрової держави».

Аналіз останніх наукових досліджень та публікацій

Дослідження процесів створення топографічних карт всього масштабного ряду, а також використання сучасних геоінформаційних технологій для цифрового картографування висвітлено у низці праць українських та світових науковців. Важливий внесок у розвиток теоретичних засад і практичних аспектів цифрового топографічного картографування зроблено у дослідженнях Карпінського та ін. (2019, 2020), Лазоренко-Гевель та ін. (2021). В їх роботах докладно розглядаються питання застосування сучасних методів збору геопросторових даних, векторизації та автоматизації процесів створення топографічних матеріалів, наведено методичні підходи щодо підвищення точності та актуальності цифрових карт.

Розробленням і практичним застосуванням методологічних підходів до створення цифрових топографічних карт займаються провідні українські картографи та ГІС-інженери, що працюють у складі спеціалізованих науково-дослідних інститутів і компаній, які надають професійні картографічні послуги. Серед них варто виокремити Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, компанії ТОВ «Геонікс», ТОВ «Архізем» та інші. Фахівцями цих установ накопичено значний практичний досвід реалізації проєктів з цифрового топографічного картографування, який є основою для формування сучасних технологічних рішень та стандартизованих методичних рекомендацій у галузі.

Постановка задачі

Враховуючи зазначене вище, метою наукової роботи є дослідження сучасного стану, теоретико-методологічних основ, практичних засад реалізації, основних викликів та перспектив розвитку цифрового топографічного картографування в Україні в умовах побудови Національної інфраструктури геопросторових даних.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- провести аналіз теоретичних та методологічних засад цифрового



топографічного картографування та його ролі в розвитку НІГД України;

- дослідити актуальний стан організаційного, нормативно-правового, технічного та технологічного забезпечення цифрового топографічного картографування;

- проаналізувати досвід створення цифрових топографічних карт різних масштабів (1:10000, 1:25000 та 1:50000), визначити практичні кейси та сформулювати методичні рекомендації щодо їх розробки;

- розглянути особливості функціонування топографічних баз даних, проблеми топологічної й семантичної узгодженості, інтеграції та інтероперабельності різнорідних ГІС;

- оцінити ефективність застосування цифрових топографічних даних для задач просторового розвитку територіальних громад, територіального планування та містобудування;

- виявити ключові організаційні, нормативно-правові, технічні та технологічні проблеми цифрового топографічного картографування, запропонувати шляхи їх вирішення;

- визначити перспективні напрями подальшого розвитку цифрового топографічного картографування в Україні.

Реалізація поставлених задач дозволить розробити рекомендації щодо удосконалення організаційно-правового забезпечення, технологічних процесів, підвищення якості цифрових топографічних даних та створення ефективної, відкритої, інтегрованої національної інфраструктури геопросторових даних України, що сприятиме сталому соціально-економічному розвитку країни.

2.1. Теоретико-методологічні основи цифрового топографічного картографування

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій суттєвих змін зазнає концептуальне розуміння топографічного картографування. Класичні підходи, засновані на створенні топографічних карт як самостійного



кінцевого продукту, поступово втрачають свою актуальність. На зміну їм приходить нова концепція цифрового топографічного картографування, що базується на створенні, підтримці й використанні комплексних баз топографічних даних у рамках Національної інфраструктури геопросторових даних України (НІГД).

Національна інфраструктура геопросторових даних є багатоцільовою цифровою екосистемою, покликаною забезпечити інтеграцію, доступність та оперативність використання просторових даних для прийняття управлінських рішень на всіх рівнях влади, планування територіального розвитку громад, контролю за використанням земель та природних ресурсів. Зокрема, впровадження НІГД передбачає перехід від створення розрізнених топографічних карт різних масштабів до формування цілісних, безшовних баз топографічних даних, які виступають у ролі єдиного джерела актуальної та достовірної геопросторової інформації.

У системній моделі цифрового топографічного картографування центральним компонентом є база топографічних даних, яка включає як первинні топографічні елементи (дороги, будівлі, водні об'єкти, рослинність, інженерні споруди тощо), так і вторинні, або «віртуальні», об'єкти, створені шляхом цифрового моделювання для підтримки коректних топологічних відношень та ефективного використання геоданих у різних програмних середовищах.

Розвиток баз топографічних даних у рамках НІГД України базується на інфраструктурному підході, який передбачає постійний топографічний моніторинг, що забезпечує оновлення цифрових топографічних даних майже в режимі реального часу. Це дозволяє значно підвищити актуальність геопросторових даних, що використовуються для прийняття рішень та просторового аналізу.

Таким чином, сучасна концепція цифрового топографічного картографування в межах НІГД орієнтована на постійне оновлення й інтеграцію цифрових даних, широке використання геоінформаційних технологій (ArcGIS, QGIS, GeoMedia та ін.), та передбачає створення безшовних баз топографічних



даних загальнодержавного рівня з відкритим доступом через спеціалізовані геопортали.

Реалізація сучасної концепції цифрового топографічного картографування неможлива без чіткої стандартизації та уніфікації вимог до формату, якості й структури геопросторових даних. Основними міжнародними стандартами, які застосовуються в Україні для створення та оновлення цифрових топографічних карт, є серія стандартів ISO 19100 («Географічна інформація/Геоматика»), специфікації INSPIRE («Infrastructure for Spatial Information in Europe») та OGC («Open Geospatial Consortium»).

Стандарти ISO серії 19100 регламентують загальні принципи формування метаданих, якість та точність геопросторових даних, а також правила обміну й інтеграції цих даних між різними геоінформаційними системами. Вони забезпечують сумісність, інтероперабельність та доступність інформації як на національному, так і на міжнародному рівні.

Стандарти INSPIRE встановлюють вимоги до формування єдиної європейської інфраструктури геопросторових даних, у тому числі чітко визначають принципи створення топографічних наборів даних, їхню семантичну та геометричну цілісність, правила обміну й доступу до них. Важливість цих стандартів для України пов'язана з європейським інтеграційним курсом та необхідністю уніфікації національної геоінформаційної продукції відповідно до міжнародних вимог.

Стандарти OGC спрямовані на розвиток відкритих специфікацій геопросторових даних і сервісів, які гарантують сумісність програмних рішень від різних виробників. Вони є особливо важливими для розвитку веб-орієнтованих геопорталів та сервісів, що забезпечують широкий доступ до топографічних даних у реальному часі.

На національному рівні в Україні активно розробляються та впроваджуються державні стандарти України (ДСТУ), а також комплекс стандартів організації України (СОУ) «База топографічних даних». Вони деталізують міжнародні вимоги стосовно конкретних аспектів створення й



оновлення топографічних даних, таких як точність, детальність, правила векторизації, формати представлення й зберігання інформації, вимоги до топологічної узгодженості геоданих.

Таким чином, стандартизація цифрових топографічних даних відповідно до міжнародних та національних вимог є фундаментальною основою для формування інтегрованих, взаємопов'язаних і доступних баз геопросторових даних в Україні. Виконання цих стандартів гарантує високу якість топографічної інформації, її сумісність із міжнародними сервісами та ефективність її використання в різних галузях народного господарства та державного управління.

Топографічне картографування є традиційною сферою, яка тривалий час базувалася на створенні та оновленні паперових картографічних матеріалів. Класичний підхід до створення топографічних карт полягав у тривалому процесі польових зйомок, ручної генералізації, креслення оригіналів, а також друку та розповсюдження паперових екземплярів. Проте на сучасному етапі розвитку інформаційно-комунікаційних технологій виникла необхідність кардинального перегляду усталених методів і підходів до створення та підтримки актуальності топографічних матеріалів.

Сьогодні в Україні, як і в більшості розвинених країн світу, відбувається перехід до формування баз геопросторових даних замість традиційного виготовлення паперових карт. Бази геопросторових даних являють собою організовані, структуровані та стандартизовані набори цифрових даних, що описують топографічні об'єкти, їхні атрибути та просторові взаємозв'язки з високою точністю та актуальністю.

Перехід до баз геопросторових даних зумовлений кількома важливими чинниками. По-перше, це необхідність оперативного оновлення інформації про зміни місцевості, що неможливо забезпечити в класичній паперовій формі. По-друге, потреба у багатоцільовому використанні геоданих у різних галузях економіки, містобудуванні, землеустрої, екології, управлінні надзвичайними ситуаціями, що передбачає використання цифрових інформаційних ресурсів у



відкритому форматі.

Важливою особливістю переходу до баз геопросторових даних є широке використання геоінформаційних систем (ГІС), таких як ArcGIS, QGIS, GeoMedia, які дозволяють створювати цифрові моделі місцевості, забезпечувати автоматизацію процесів збору, обробки та векторизації інформації, а також здійснювати комплексний просторовий аналіз територій. Важливо відзначити, що цифрові топографічні карти, створені у вигляді баз даних, забезпечують не тільки можливість швидкого та ефективного оновлення інформації, але й інтеграцію різноманітних даних (аерокосмічні, дистанційні, польові) у єдину інформаційну систему.

Таким чином, перехід від класичного картографування до баз геопросторових даних означає кардинальну зміну підходу до створення та використання картографічної інформації, де картографічний продукт перестає бути статичним, а набуває динамічного та інтегрованого характеру, стаючи важливим інформаційним ресурсом для прийняття рішень на всіх рівнях управління територіями.

Важливим аспектом сучасного топографічного картографування є розробка ефективних архітектурних і функціональних моделей баз топографічних даних (БТД). База топографічних даних є основою цифрового картографування та основним елементом Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД). У рамках створення таких баз даних в Україні сформовано модельно-керовану архітектуру, яка відповідає міжнародним стандартам серії ISO 19100, INSPIRE та OGC.

Архітектура бази топографічних даних базується на об'єктно-реляційному підході із застосуванням сучасних систем керування базами даних (СКБД), таких як PostgreSQL/PostGIS, Oracle Spatial, MS SQL Server тощо. Вона забезпечує цілісне інтегроване сховище для зберігання як просторової, так і атрибутивної інформації, що дозволяє підтримувати складні топологічні відношення між об'єктами і забезпечувати високу швидкість доступу до інформації.

Функціональна модель бази топографічних даних включає низку



компонентів, які забезпечують її ефективне функціонування:

- Компонент управління даними забезпечує централізоване зберігання і керування геопросторовими даними, підтримку їх цілісності й актуальності, інтеграцію з іншими тематичними даними.

- Компонент автоматизованого контролю якості здійснює постійну перевірку топологічної та семантичної узгодженості цифрових топографічних даних, що дозволяє мінімізувати помилки, підвищити якість геопросторових продуктів та їх відповідність нормативним вимогам.

- Компонент геопорталу та геоінформаційних сервісів забезпечує відкритий та оперативний доступ широкого кола користувачів до цифрових топографічних даних через веб-інтерфейс, підтримку актуальності даних, створення інтерактивних картографічних продуктів та послуг на їх основі.

- Компонент моніторингу та оновлення даних відповідає за автоматизацію збору та обробки нових геопросторових даних з різних джерел (аерофотознімання, космічні знімки, БПЛА, польові дослідження), інтегрує їх у базу, забезпечуючи постійну актуалізацію інформації.

Запропонована модель архітектури і функціоналу БТД дозволяє досягти високого ступеня автоматизації процесів створення, оновлення, контролю якості та доступу до топографічних даних, що суттєво підвищує ефективність їх використання для потреб просторового планування, територіального розвитку та управління ресурсами на національному та місцевому рівнях.

2.2. Актуальний стан цифрового топографічного картографування в Україні

Організаційно-правове забезпечення картографічної діяльності є важливою умовою ефективного розвитку цифрового топографічного картографування в Україні. На сьогодні правову основу картографічної діяльності становлять Закони України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», «Про національну інфраструктуру геопросторових



даних», а також низка постанов Кабінету Міністрів України, які регламентують порядок створення, ведення та використання геопросторових даних і топографічних матеріалів.

Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» (2020 рік) було створено нормативну базу для розвитку цифрового топографічного картографування, яке базується на інтеграції даних різних відомств та забезпеченні відкритості доступу до них. Закон визначає базові принципи створення та функціонування Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД), зокрема забезпечення сумісності й доступності геопросторових даних для широкого кола користувачів, а також встановлює вимоги щодо обов'язковості їхнього постійного оновлення й актуалізації.

У Постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування» (№ 661 від 4 вересня 2013 року) визначено процедури створення й оновлення топографічних карт з використанням геоінформаційних технологій та уніфікацію засобів формування і ведення баз топографічних і картографічних даних. Постанова регламентує масштаби картографічної продукції, вимоги до точності, деталізації й актуальності даних, що створюються та оновлюються, а також встановлює порядок контролю якості та оцінки відповідності продукції нормативним вимогам.

Попри значні досягнення, на організаційно-правовому рівні в Україні ще існує низка проблем, пов'язаних із недостатнім фінансуванням та відсутністю належної міжвідомчої координації при створенні й оновленні топографічних даних. Зокрема, часто спостерігається дублювання робіт різними організаціями, використання різних форматів даних, що створює труднощі для подальшої інтеграції цих даних у єдину інфраструктуру НІГД. Важливим кроком для вирішення цих проблем є затвердження чіткої нормативно-правової бази для міжвідомчої взаємодії, а також створення єдиного державного реєстру топографічних і картографічних даних, що дозволить забезпечити прозорість, доступність і ефективність використання інформації в різних сферах економіки



та управління.

Таким чином, організаційно-правове забезпечення картографічної діяльності в Україні потребує подальшого вдосконалення в контексті формування ефективної нормативної бази, покращення координації діяльності різних державних і приватних суб'єктів та забезпечення відповідності національних стандартів міжнародним вимогам.

На сучасному етапі розвитку цифрове топографічне картографування України характеризується недостатньою забезпеченістю актуальними цифровими топографічними матеріалами різних масштабів, що обумовлено низкою історичних, фінансових і технологічних факторів.

Згідно з аналізом наукових досліджень та актуальних публікацій, наявна картографічна продукція здебільшого має фрагментарний та локальний характер. Значна кількість цифрових карт створюється переважно на замовлення окремих організацій або місцевих громад, що суттєво знижує можливість їх багатоцільового використання в національному масштабі. При цьому, за останні десятиліття системне оновлення базових цифрових топографічних карт державного значення масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000 практично не здійснювалося, що призвело до значного морального старіння наявних геопросторових матеріалів.

Позитивним аспектом останніх років є впровадження окремих національних та міжнародних проєктів, зокрема українсько-норвезького проєкту «Карти для сприяння належному управлінню землями в Україні», який спрямований на створення безшовної топографічної бази даних масштабу 1:50000 на всю територію країни.

Однак забезпеченість України актуальними цифровими топографічними матеріалами залишається недостатньою. Це пов'язано з обмеженістю фінансування, недостатнім рівнем впровадження сучасних технологій збору й оновлення даних, а також недостатнім рівнем координації між державними установами, місцевими громадами та приватними підприємствами. Внаслідок цього значні території країни залишаються не забезпеченими сучасними



цифровими топографічними картами високої деталізації та точності.

Таким чином, для покращення ситуації необхідно активізувати державну політику у сфері цифрового топографічного картографування, посилити координацію діяльності органів влади, місцевого самоврядування і приватного сектору, а також забезпечити системне фінансування картографічних робіт і впровадження новітніх технологій для формування єдиної актуальної бази геопросторових даних у рамках НІГД України.

Однією з ключових складових сучасного цифрового топографічного картографування в Україні є формування цілісної безшовної бази топографічних даних (БТД), яка дозволяє інтегрувати різномасштабні та різночасові геопросторові дані в єдину інформаційну систему. Концепція створення безшовної бази топографічних даних передбачає об'єднання окремих картографічних матеріалів, що традиційно існували у вигляді окремих листів топографічних карт, у безперервну базу з єдиною системою координат, семантичною узгодженістю та єдиними правилами зберігання, обміну й використання інформації.

Практичним досвідом створення безшовної бази топографічних даних в Україні є реалізація українсько-норвезького проєкту «Карти для сприяння належному управлінню землями в Україні». В рамках цього проєкту було вперше створено безшовну топографічну базу масштабу 1:50000 для всієї території України. Основою формування цієї бази стали оновлені цифрові топографічні карти, створені за допомогою сучасних геоінформаційних технологій, дистанційного зондування, даних аерофотознімання та наземних спостережень. Особливістю цієї бази є поєднання різних рівнів точності оновлення: топографічні об'єкти з чіткими контурами (дороги, будівлі, мережі, лінії електропередачі) оновлюються з точністю масштабу 1:10000, тоді як інші об'єкти – з точністю масштабу 1:50000.

Створена безшовна БТД має низку переваг порівняно з класичними топографічними картами, а саме:

- забезпечує високу точність та актуальність геопросторових даних, що



постійно оновлюються;

- усуває проблему фрагментації топографічних даних, що виникає через межі картографічних аркушів;
- підтримує відкритий доступ для широкого кола користувачів через спеціалізовані геопортали та веб-сервіси;
- інтегрується з різними тематичними й галузевими інформаційними системами, що дозволяє використовувати її для багатьох завдань, включаючи містобудування, територіальне планування, земельний кадастр, екологічний моніторинг тощо.

Подальші перспективи використання безшовних топографічних баз даних пов'язані з їх інтеграцією в Національну інфраструктуру геопросторових даних України (НІГД), а також із розвитком автоматизованих геоінформаційних сервісів, що дозволяють здійснювати оперативний моніторинг територій та планувати їх розвиток на основі достовірної й актуальної інформації.

Таким чином, накопичений досвід створення безшовної БТД може стати основою для масштабування такого підходу на інші масштаби та території, що значно покращить якість і доступність геопросторових даних для управлінських рішень на всіх рівнях державного і місцевого управління.

Сучасні виклики та завдання в галузі цифрового топографічного картографування вимагають переходу до нової, системної моделі організації картографічного виробництва, яка відповідає сучасним тенденціям розвитку Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД). Запровадження такої системної моделі обумовлене необхідністю інтеграції й координації геопросторових даних різних відомств і організацій в єдину національну інформаційну екосистему, що дозволяє ефективно вирішувати практичні завдання управління територіями.

Запропонована системна модель цифрового картографування базується на чотирьох взаємопов'язаних компонентах:

- Нормативно-правова база, що забезпечує чітке регулювання процесів створення, оновлення, стандартизації, сертифікації й доступу до геопросторових



даних, відповідно до міжнародних стандартів (ISO 19100, OGC, INSPIRE) і національних вимог (ДСТУ, СОУ).

- Організаційно-технологічна платформа, яка охоплює застосування сучасних методів збору (аерофотознімання, ГНСС, лазерне сканування, БПЛА, crowdsourcing), обробки та аналізу геопросторових даних з використанням ГІС-технологій, а також автоматизованих систем контролю якості даних.

- Інформаційно-технологічна інфраструктура, що включає в себе створення централізованих та розподілених баз геопросторових даних на основі сучасних систем керування базами даних (СКБД), розвиток веб-геопорталів і геосервісів для доступу до інформації в онлайн-режимі.

- Система моніторингу і оперативного оновлення геопросторових даних, що забезпечує постійну актуалізацію інформації у відповідності до змін на місцевості, формування метаданих та підтримку актуальності базових геопросторових даних в режимі реального часу.

Така системна модель дозволяє забезпечити високий інтелектуальний рівень геопросторових даних, гарантує їх сумісність і можливість комплексного геоінформаційного аналізу в сучасних ГІС. Водночас вона створює основу для формування наборів базових геопросторових даних (Core Reference Datasets – CRD), які відіграють ключову роль у забезпеченні потреб НІГД та задовольняють сучасні вимоги просторового розвитку територій, управління ресурсами й планування різних видів діяльності.

Отже, впровадження системної моделі цифрового картографування в Україні в рамках розвитку НІГД сприятиме суттєвому підвищенню ефективності використання геопросторових даних для управління територіями, покращенню якості прийняття рішень, а також створенню умов для міжнародної інтеграції українських геоінформаційних ресурсів.



2.3. Практичні засади реалізації цифрового топографічного картографування

Ефективність і якість цифрового топографічного картографування значною мірою визначаються використанням сучасних і різноманітних методів збору та підготовки геопросторових даних. В сучасних умовах для формування актуальної й достовірної бази топографічних даних застосовують різні методи отримання первинних геопросторових даних, серед яких провідними є контактні методи, дистанційні методи, а також інноваційні технології на основі open source і crowdsourcing-підходів.

Контактні методи збору геопросторових даних є традиційними та характеризуються високою точністю і достовірністю отриманих результатів. Найпоширенішими серед цих методів є тахеометричні зйомки, що здійснюються за допомогою електронних тахеометрів та дозволяють отримати дані високої точності щодо планових та висотних координат об'єктів місцевості. Тахеометричні зйомки є особливо важливими при створенні цифрових карт великих масштабів (від 1:500 до 1:10000), де потрібна висока точність просторового положення об'єктів.

Глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС), серед яких найбільш розповсюдженими є GPS, ГЛОНАСС, Galileo, використовуються для оперативного й точного визначення координат опорних пунктів, контурів великих об'єктів місцевості та їх геопросторової прив'язки. Використання ГНСС дозволяє значно прискорити польові роботи, підвищити точність отриманих даних та інтегрувати їх безпосередньо у геоінформаційні системи для подальшої обробки.

Наземне лазерне сканування — ще один контактний метод, який активно використовується для отримання високоточних тривимірних моделей місцевості й окремих об'єктів. Цей метод є найбільш ефективним для складних об'єктів (інженерні споруди, історико-архітектурні пам'ятки, міська забудова), де необхідна висока деталізація та тривимірна точність. Лазерне сканування



дозволяє створювати детальні цифрові моделі рельєфу (ЦМР) та точні 3D-моделі об'єктів.

Сучасне цифрове картографування неможливо уявити без застосування дистанційних методів збору даних, які дозволяють охоплювати значні території за короткий час. Основними серед них є аерофотознімання, космічне зондування Землі та використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Аерофотознімання є класичним дистанційним методом, що використовується для отримання високоякісних зображень місцевості, на основі яких створюють точні ортофотоплани та цифрові моделі рельєфу. Завдяки використанню цифрових аерофотокамер стало можливим оперативне отримання та обробка великих масивів високоточних даних, що суттєво підвищує актуальність та деталізацію топографічних матеріалів.

Космічне зондування є важливим джерелом інформації для картографування великих територій, особливо для створення цифрових карт середніх та дрібних масштабів (1:25000, 1:50000 і дрібніших). Сучасні супутникові системи дозволяють отримувати дані з високою роздільною здатністю, які використовуються для моніторингу змін у ландшафті, аналізу природних ресурсів, екологічного моніторингу та оперативного оновлення цифрових топографічних карт.

Особливу роль сьогодні відіграють БПЛА, що забезпечують отримання даних з надвисокою роздільною здатністю для деталізованих карт великих масштабів. Використання БПЛА дозволяє оперативно здійснювати зйомки важкодоступних або небезпечних територій, проводити регулярний моніторинг об'єктів і оновлення картографічної інформації у короткі терміни.

Сучасні тенденції цифрового картографування передбачають також широке застосування open source (відкритих технологій) і crowdsourcing (колективного збору даних). Open source ГІС-технології (QGIS, GRASS GIS, OpenStreetMap та ін.) стають потужною альтернативою комерційним ГІС-платформам, забезпечуючи безкоштовні та відкриті інструменти для створення, редагування та аналізу геопросторових даних.



Crowdsourcing-підхід активно розвивається завдяки платформам, таким як OpenStreetMap (OSM), що залучають значну кількість користувачів до створення й оновлення картографічної інформації на добровільній основі. Такий підхід дозволяє суттєво збільшити кількість і швидкість збору геопросторових даних, хоча потребує постійного контролю їхньої якості й точності.

Таким чином, ефективна комбінація контактних, дистанційних методів та інноваційних open source і crowdsourcing-технологій дозволяє формувати якісну, актуальну й багатофункціональну базу топографічних даних, що є основою для успішної реалізації завдань цифрового картографування в сучасних умовах розвитку геоінформаційних технологій.

Векторизація та геообробка геопросторових даних є важливими етапами сучасного цифрового топографічного картографування. Середовище ArcGIS від компанії ESRI є однією з найпоширеніших геоінформаційних платформ, що використовується для вирішення завдань створення, оновлення й аналізу цифрових топографічних карт. Інструментарій ArcGIS забезпечує комплексне виконання робіт, починаючи від первинного створення цифрових даних до їхньої подальшої обробки, аналізу, контролю якості та публікації у вигляді інтерактивних веб-карт і сервісів.

Процес векторизації даних у середовищі ArcGIS полягає в перетворенні растрових (сканованих або аерофотознімків) матеріалів у векторну форму, придатну для подальшого редагування, аналізу й зберігання в базах геоданих. У ході цього процесу здійснюється створення шарів векторних даних (точкових, лінійних і полігональних), які відображають реальні об'єкти місцевості: дороги, будівлі, гідрографічні об'єкти, мережі комунікацій, межі територій тощо. Векторизація виконується з використанням спеціалізованих інструментів ArcGIS: ArcScan, Feature Construction та Advanced Editing, що дозволяють автоматизувати та пришвидшити процес створення і редагування векторних об'єктів.

Важливим елементом роботи в ArcGIS є побудова і підтримка топологічних правил. Топологія у середовищі ArcGIS забезпечує геометричну та



семантичну цілісність створених цифрових топографічних карт. Встановлення топологічних правил (наприклад, недопущення перетину контурів полігонів, розривів ліній, перевірка суміжності полігональних об'єктів) дозволяє автоматично контролювати й виправляти помилки в процесі редагування даних, забезпечуючи високу якість кінцевого картографічного продукту.

Наступним важливим етапом роботи є геообробка (geoprocessing), яка в ArcGIS представлена набором аналітичних інструментів для маніпулювання геопросторовими даними з метою отримання нової інформації, необхідної для прийняття рішень. До найбільш поширених операцій геообробки належать:

- Просторовий аналіз (spatial analysis), що включає буферизацію, накладання шарів (overlay analysis), інтерполяцію, обчислення площ і відстаней;
- Генералізація та агрегування векторних об'єктів для переходу до дрібніших масштабів, створення генералізованих тематичних шарів;
- Конвертація та інтеграція геоданих, отриманих з різних джерел (GPS, БПЛА, космічні знімки) в єдину базу геопросторових даних.

Важливе місце у процесі роботи з цифровими топографічними картами в ArcGIS займає процедура автоматизованого контролю якості даних. Використання інструментів ArcGIS Data Reviewer дозволяє здійснювати комплексну автоматичну перевірку відповідності цифрових топографічних матеріалів нормативним і стандартним вимогам, виявляти типові помилки векторизації (розриви ліній, дублікатні вузли, перетини, самоперетини полігонів), а також забезпечувати семантичну й топологічну узгодженість геопросторових даних.

З метою ефективної організації та управління топографічними даними ArcGIS надає можливості зберігання інформації у форматі File Geodatabase та Enterprise Geodatabase, що дозволяють здійснювати централізоване зберігання, управління доступом до даних, а також використовувати базові функції контролю версійності та реплікації даних. Це забезпечує багатоцільове використання геоданих та можливість одночасної роботи кількох користувачів над однією базою топографічних даних.



Завершальним етапом роботи у середовищі ArcGIS є публікація геопросторових даних у вигляді веб-сервісів та інтерактивних веб-карт. Інструменти ArcGIS Online і ArcGIS Server дозволяють швидко оприлюднювати створені топографічні карти у відкритому доступі, що сприяє їх широкому використанню різними групами користувачів: органами державної влади, органами місцевого самоврядування, науковими і громадськими організаціями.

Таким чином, векторизація та геообробка даних у середовищі ArcGIS забезпечує комплексний і системний підхід до створення сучасних цифрових топографічних карт, дозволяючи ефективно використовувати ці картографічні матеріали для вирішення широкого кола практичних завдань територіального управління та планування в Україні.

Цифрові топографічні карти масштабів 1:10000, 1:25000 та 1:50000 є основними видами картографічної продукції, що використовуються в Україні для вирішення завдань територіального планування, управління земельними ресурсами, містобудування, екологічного моніторингу та інших галузей. Створення цих карт потребує дотримання чітких методичних підходів, які забезпечують належну точність, актуальність, якість та сумісність цифрових даних.

Цифрові топографічні карти масштабу 1:10000 характеризуються високою точністю та деталізацією об'єктів місцевості. Основними джерелами для створення таких карт є матеріали тахеометричних зйомок, високоточні дані ГНСС-спостережень, дані аерофотознімання з використанням БПЛА, а також матеріали наземного лазерного сканування. Практичні кейси свідчать, що для створення цифрових карт цього масштабу необхідно забезпечувати точність положення точкових та контурних об'єктів в межах 0,5–1,0 метра в плані та до 0,2–0,3 м за висотою.

Методичні рекомендації щодо створення карт масштабу 1:10000 передбачають:

- використання спеціалізованих модулів програмного комплексу ArcGIS (ArcMap, ArcGIS Pro) для первинної векторизації та створення топологічно



узгоджених шарів даних;

- застосування топологічних правил для забезпечення просторової коректності об'єктів місцевості;

- автоматичний контроль якості геоданих із застосуванням ArcGIS Data Reviewer для виявлення й усунення типових помилок (розривів ліній, самоперетинів полігонів);

- використання цифрових моделей рельєфу (ЦМР), побудованих за даними лазерного сканування, для точного відображення висотної ситуації та побудови горизонталей.

Цифрові топографічні карти масштабу 1:25000 є універсальними й використовуються для створення детальних планів територій середнього розміру, зокрема на рівні адміністративних районів, територіальних громад тощо. Для створення цих карт активно застосовують методи дистанційного зондування (аерофотознімання, супутникові знімки середньої та високої роздільної здатності), а також результати наземних обстежень для уточнення окремих елементів ситуації.

Важливим практичним кейсом є досвід створення безшовних баз даних для територій громад України, де карти масштабу 1:25000 виступають ключовими інформаційними ресурсами для просторового планування. Методичні рекомендації для цього масштабу включають:

- інтеграцію різних джерел даних (космічні знімки Sentinel, аерофотознімання, відкриті дані OpenStreetMap);

- генералізацію векторних шарів з карт масштабів 1:5000–1:10000 з дотриманням стандартів точності й узгодженості;

- використання автоматизованих засобів генералізації в ArcGIS для уникнення перевантаження карти дрібними деталями, що не відповідають цьому масштабу.

Цифрові топографічні карти масштабу 1:50000 є базовими для створення загальнодержавних безшовних топографічних баз даних, які використовуються в національних інфраструктурах геопросторових даних (НІГД). Прикладом



успішного практичного кейсу є створення безшовної бази топографічних даних масштабу 1:50000 в рамках українсько-норвезького проєкту «Карти для сприяння належному управлінню землями». Особливістю цієї бази стало використання гібридного підходу: елементи з чіткими контурами (дороги, споруди) оновлювалися за матеріалами високої точності масштабу 1:10000, а інші об'єкти — за матеріалами масштабу 1:50000.

Методичні рекомендації для створення цифрових карт масштабу 1:50000 охоплюють:

- стандартизовані процедури векторизації й обробки супутникових знімків та ортофотопланів;
- автоматизацію процесів класифікації та ідентифікації топографічних об'єктів за допомогою модулів ArcGIS Image Analyst;
- регулярне оновлення й підтримку актуальності топографічних даних із використанням дистанційного зондування й моніторингу змін території;
- побудову цифрових моделей рельєфу (ЦМР) на основі супутникових та аерофотознімків, а також застосування автоматизованого контролю якості, зокрема топологічних правил, що гарантує узгодженість усіх елементів карти.

Таким чином, практичні кейси створення цифрових топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000 та 1:50000 свідчать про необхідність комплексного підходу, що передбачає використання сучасних технологій збору й обробки даних, дотримання стандартів і нормативних вимог, а також впровадження автоматизованих систем контролю якості геопросторових даних. Використання таких підходів сприятиме створенню актуальних, точних і функціональних цифрових топографічних матеріалів, необхідних для розвитку Національної інфраструктури геопросторових даних та ефективного вирішення практичних завдань територіального управління в Україні.

Однією з головних умов забезпечення високого рівня цифрових топографічних карт є ефективний контроль якості створених геопросторових даних. У сучасному цифровому картографуванні важливим аспектом стає автоматизація процедур контролю якості, яка дозволяє не лише значно



прискорити процес створення карт, а й суттєво підвищити точність, цілісність та надійність геопросторової інформації. Проте навіть за умов широкого використання автоматизованих систем, залишається актуальною проблема появи типових помилок, зокрема при векторизації картографічних об'єктів.

Автоматизація перевірок якості цифрових топографічних карт

Сучасні підходи до автоматизованого контролю якості цифрових топографічних карт ґрунтуються переважно на використанні спеціалізованого програмного забезпечення. Серед найефективніших інструментів, що застосовуються в Україні, виділяється модуль ArcGIS Data Reviewer, який дозволяє здійснювати комплексні автоматизовані перевірки просторових та атрибутивних даних безпосередньо в процесі їх створення та редагування.

Автоматизований контроль якості в ArcGIS Data Reviewer включає наступні основні види перевірок:

- Топологічний контроль – перевіряє просторові зв'язки та взаємне розташування об'єктів, виявляючи порушення топологічних правил (наприклад, перетини та накладання полігонів, розриви ліній, дублювання вузлів та інше).

- Атрибутивний контроль – перевірка атрибутивних даних на відповідність стандартам кодування та класифікації топографічних об'єктів. Це дозволяє оперативно виявляти помилки заповнення баз даних та невідповідності у семантичній інформації.

- Контроль повноти та актуальності – порівняння створених векторних даних із вихідними матеріалами (ортофотоплани, супутникові знімки, польові дані), що забезпечує відсутність пропущених або некоректно відображених об'єктів.

- Геометричний контроль – виявлення відхилень координатного положення точок, ліній, полігонів порівняно з еталонними або контрольними даними.

Використання цих процедур дозволяє суттєво знизити вплив людського фактору, забезпечує високу точність перевірок і значне скорочення часу на контрольні операції. Завдяки цьому цифрові карти мають набагато вищий рівень



відповідності нормативним та технічним вимогам і краще пристосовані до інтеграції у єдину Національну інфраструктуру геопросторових даних (НІГД) України.

Типові помилки векторизації цифрових топографічних карт

Незважаючи на високий рівень автоматизації, у процесі створення цифрових топографічних карт виникає низка типових помилок, які значною мірою пов'язані з особливостями процесу векторизації растрових зображень (ортофотоплани, скановані карти, супутникові знімки):

1. Помилки топологічного характеру:

- Розриви та накладання лінійних об'єктів, які повинні мати безперервну форму (дороги, річки, мережі комунікацій);
- Самоперетини полігональних об'єктів (водойми, лісові масиви, межі адміністративних утворень);
- Дублювання вузлів або вершин, що призводить до надлишкових точок у даних та ускладнює подальшу обробку.

2. Помилки атрибутивної інформації:

- Неправильна класифікація типів об'єктів через невірне розпізнавання їх на растрових зображеннях;
- Невірні атрибутивні характеристики (назви, категорії доріг, тип рослинності), що виникають через неуважність або недостатнє знання ситуації на місцевості.

3. Помилки генералізації:

- Надмірна генералізація контурів, що призводить до втрати важливих деталей і некоректного відображення реальної ситуації місцевості;
- Недостатня генералізація, яка призводить до перевантаження карти зайвими деталями, що не відповідають її масштабу (особливо актуально для масштабів 1:25000 та 1:50000).

4. Помилки геометричного характеру:

- Відхилення положення контурів об'єктів, пов'язане з неточностями прив'язки растрових матеріалів;



- Невірне визначення координатних прив'язок опорних точок у процесі фотограмметричної обробки даних.

Для уникнення цих помилок необхідне суворе дотримання технології векторизації, використання автоматизованих процедур перевірок та регулярна ручна верифікація. Ефективним підходом є впровадження стандартизованих методичних рекомендацій щодо процесів векторизації, включаючи чітке визначення топологічних правил, правил генералізації та встановлення вимог до атрибутивної точності даних.

Таким чином, сучасні підходи до автоматизованого контролю якості, разом з чіткими методичними рекомендаціями щодо уникнення типових помилок векторизації, дозволяють значно підвищити якість цифрових топографічних карт та ефективність їх використання у процесі управління територіальним розвитком України в умовах побудови Національної інфраструктури геопросторових даних.

2.4. Використання цифрових топографічних даних для практичних завдань управління територіями

В умовах реалізації адміністративно-територіальної реформи та процесу децентралізації в Україні цифрове топографічне картографування набуває особливого значення, виступаючи важливим інструментом управління територіальними громадами. Просторовий розвиток громад передбачає ефективне використання територій, забезпечення сталого розвитку, прозоре та обґрунтоване прийняття управлінських рішень. Саме тому використання сучасних цифрових топографічних даних є невід'ємною складовою успішної реалізації місцевої політики.

Цифрові топографічні карти, інтегровані в єдині геоінформаційні системи (ГІС), надають територіальним громадам необхідні інструменти для комплексного просторового аналізу та стратегічного планування. Вони дозволяють отримати повну, актуальну та достовірну інформацію про особливості місцевості, структуру землекористування, інженерну



інфраструктуру, природні та екологічні умови територій громад.

Практичні кейси застосування цифрових топографічних карт у громадах свідчать, що найбільш затребуваними є карти масштабів 1:10000 та 1:25000, оскільки саме вони забезпечують оптимальне поєднання деталізації і просторового охоплення для більшості задач просторового розвитку територій. Наприклад, цифрові карти масштабу 1:10000 широко використовуються для розробки детальних планів територій (ДПТ), генеральних планів населених пунктів, схем інженерних комунікацій та розвитку інфраструктури. Водночас карти масштабу 1:25000 є незамінними для розробки комплексних планів просторового розвитку територіальних громад, моніторингу земельних ресурсів, екологічного аналізу та зонування територій.

Цифрові картографічні матеріали дозволяють громадам оперативно й ефективно вирішувати такі важливі завдання:

- аналіз наявного стану використання територій, виявлення резервних територій для подальшого розвитку інфраструктури, промисловості, сільського господарства та рекреації;
- визначення територіальних обмежень та встановлення охоронних зон навколо важливих об'єктів інфраструктури та природних ресурсів;
- розробка заходів зі збереження та охорони довкілля, моніторинг екологічного стану територій;
- планування розвитку транспортної мережі, інженерних комунікацій та інших інфраструктурних проєктів;
- моделювання та прогнозування наслідків різних сценаріїв територіального розвитку з метою вибору оптимальних рішень.

Практичним прикладом ефективного використання цифрового топографічного картографування є впровадження єдиних електронних ресурсів управління земельними ресурсами громад із застосуванням сучасних геоінформаційних систем. Зокрема, низка українських громад успішно реалізувала проєкти створення власних ГІС на базі ArcGIS та відкритих геопорталів. Це дозволило громадам суттєво підвищити ефективність



просторового управління, забезпечити відкритість і прозорість використання земельних ресурсів, оперативно реагувати на потреби місцевого населення та бізнесу.

Важливу роль у цифровому картографуванні для громад відіграє інтеграція цифрових топографічних карт з іншими тематичними шарами, такими як земельний кадастр, містобудівний кадастр, мережі інженерних комунікацій, охоронні та санітарні зони тощо. Такий комплексний підхід дозволяє формувати багатофункціональні електронні бази даних, що значно полегшують процеси ухвалення управлінських рішень і створюють умови для сталого соціально-економічного розвитку громад.

З методичної точки зору, для забезпечення ефективного використання цифрових топографічних даних громадам рекомендується:

- створення централізованих локальних баз геопросторових даних, стандартизованих за міжнародними та національними вимогами (INSPIRE, ISO 19100, ДСТУ);
- впровадження веб-орієнтованих ГІС і геопорталів, що забезпечують простий та швидкий доступ до даних усіх зацікавлених сторін (органів місцевого самоврядування, бізнесу, громадськості);
- проведення регулярного оновлення баз даних із використанням сучасних методів збору геопросторових даних (дистанційне зондування, ГНСС-зйомки, аерофотознімання БПЛА);
- навчання та підвищення кваліфікації персоналу органів місцевого самоврядування щодо використання сучасних цифрових картографічних технологій та ГІС-інструментів.

Отже, цифрове топографічне картографування стає важливим стратегічним ресурсом для громад України, забезпечуючи можливість сучасного та ефективного управління територіями. Використання цифрових топографічних даних сприяє прозорості ухвалення рішень, покращенню якості просторового планування та управління земельними ресурсами, забезпечує сталий розвиток та значно підвищує якість життя мешканців територіальних громад.



Сучасні тенденції просторового планування в Україні свідчать про необхідність застосування інтегрованого підходу, що передбачає комплексне використання цифрових топографічних даних у поєднанні з іншими геопросторовими матеріалами для розробки ефективних комплексних планів просторового розвитку територіальних громад. Інтегрований підхід базується на застосуванні багат шарових цифрових моделей територій, що дозволяють враховувати різні фактори: економічні, соціальні, екологічні та інфраструктурні.

Основою інтегрованого підходу є формування єдиної геоінформаційної платформи громади, яка включає цифрові топографічні карти, земельний кадастр, містобудівну документацію, екологічні та інженерні дані. Така інтеграція здійснюється за допомогою сучасних геоінформаційних систем (ArcGIS, QGIS та інших), що дозволяють оперативно аналізувати й моделювати різні сценарії просторового розвитку. Завдяки цьому громади отримують ефективні інструменти для прийняття обґрунтованих рішень щодо використання територій, інфраструктурного розвитку, захисту довкілля та управління ресурсами.

Практична реалізація інтегрованого підходу включає такі основні етапи:

- Формування базової топографічної основи, яка створюється на базі цифрових топографічних карт масштабів 1:10000–1:25000 та ортофотопланів. Це забезпечує територіальні громади точними, актуальними та деталізованими геопросторовими даними.

- Інтеграція з кадастровими та містобудівними базами даних, що дозволяє здійснювати комплексний аналіз стану землекористування, визначати земельні резерви для розвитку, аналізувати інфраструктурні потреби громад.

- Проведення просторового аналізу та моделювання території, що передбачає виявлення обмежень і ризиків використання території, екологічних конфліктів, планування інженерної інфраструктури, оптимізацію транспортних комунікацій тощо.

- Створення інтерактивних веб-карт і геопорталів, що забезпечує доступність інформації, прозорість планувальних рішень та активну участь



громадськості у прийнятті рішень.

Таким чином, інтегрований підхід забезпечує громадам комплексний інструментарій для ефективного управління територіальним розвитком, дозволяє реалізувати політику сталого розвитку, підвищує прозорість та обґрунтованість ухвалених рішень.

Впровадження цифрових топографічних карт стало визначальним фактором підвищення ефективності територіального планування та містобудівної діяльності в Україні. Практичний досвід свідчить, що цифрові картографічні матеріали є невід'ємною складовою комплексних проєктів планування, зокрема генеральних планів населених пунктів, детальних планів територій (ДПТ), комплексних планів просторового розвитку територіальних громад, зонінгу територій тощо.

Особливу ефективність цифрові топографічні карти показали при розробці генеральних планів великих міст та агломерацій. Так, цифрові карти масштабу 1:10000 та ортофотоплани забезпечують високу деталізацію й точність, необхідні для розробки ефективних проєктних рішень щодо розвитку транспортної інфраструктури, інженерних мереж, житлової та громадської забудови.

На рівні територіальних громад особливу роль відіграють карти масштабу 1:25000, що використовуються для підготовки комплексних планів розвитку. Такі карти дозволяють проводити аналіз існуючої структури землекористування, визначати перспективні напрямки розвитку територій, моделювати різні сценарії просторового планування та проводити оцінку потенційних ризиків та обмежень. Крім того, застосування цифрових картографічних матеріалів значно спрощує процеси громадських обговорень містобудівної документації, роблячи інформацію більш зрозумілою та доступною для громадськості.

2.5. Основні виклики цифрового топографічного картографування

Цифрове топографічне картографування, попри свій інтенсивний розвиток



і широкі можливості застосування, зіштовхується сьогодні з низкою серйозних організаційних та нормативно-правових викликів, які суттєво впливають на ефективність його реалізації в Україні. Ці виклики пов'язані з необхідністю удосконалення регуляторної бази, покращення координації між державними органами й суб'єктами господарювання, а також з вирішенням ряду технологічних і фінансових питань.

Одним із ключових організаційних викликів у сфері цифрового топографічного картографування є недостатня міжвідомча координація. В Україні на сьогодні функції збору, ведення, зберігання і використання геопросторових даних розподілені між численними органами державної влади, місцевого самоврядування та приватними підприємствами. Такий розподіл призводить до дублювання зусиль, надлишкових витрат, фрагментарності та неповноти інформації, що обмежує можливість її комплексного використання для потреб державного управління та територіального планування.

Ще однією проблемою є недостатній рівень фінансового та ресурсного забезпечення картографічної діяльності. Створення й актуалізація сучасних цифрових топографічних карт потребує значних інвестицій у новітні технології, програмне забезпечення, проведення польових та камеральних робіт. Відсутність стабільного фінансування з боку держави значно уповільнює темпи оновлення геопросторових даних, що спричиняє їхнє швидке моральне старіння та знижує актуальність для кінцевих користувачів.

Окремим вагомим викликом залишається недостатня кадрова забезпеченість у сфері цифрового картографування. Сучасні картографічні роботи потребують висококваліфікованих спеціалістів, здатних працювати з новітніми геоінформаційними технологіями, аерофотозніманням, дистанційним зондуванням Землі, що, своєю чергою, зумовлює необхідність системного підходу до освіти та підвищення кваліфікації відповідних фахівців.

У нормативно-правовому контексті серйозним викликом залишається проблема актуалізації та гармонізації законодавчих актів, стандартів і технічних регламентів у сфері цифрового топографічного картографування. Незважаючи



на прийняття важливих законодавчих актів, зокрема Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та низки постанов Кабінету Міністрів, існує нагальна потреба у детальнішому регулюванні питань створення, ведення й використання топографічних баз даних, зокрема в частині формату даних, порядку їх сертифікації, авторських прав і доступу до інформації.

Особливо важливим є завдання гармонізації національних стандартів із міжнародними вимогами (ISO 19100, INSPIRE, OGC). Хоча Україна вже зробила певні кроки на шляху до міжнародної стандартизації, існуючі нормативні документи в сфері топографо-геодезичної діяльності потребують подальшого уточнення та деталізації. Це стосується, зокрема, стандартів щодо структури та змісту геопросторових баз даних, правил збору й обміну інформацією, а також порядку доступу до відкритих геопросторових ресурсів.

Важливим аспектом є також законодавче регулювання питань інформаційної безпеки та конфіденційності геопросторових даних, що пов'язано зі збереженням балансу між відкритістю інформації та забезпеченням національних інтересів та безпеки держави. Чинне законодавство не завжди чітко визначає межі відкритості й закритості топографічних даних, що створює додаткові організаційні складнощі при формуванні відкритих геопорталів та поширенні інформації для широкого кола користувачів.

Таким чином, ключовими напрямками подолання зазначених організаційних та нормативно-правових викликів є:

- забезпечення ефективної міжвідомчої взаємодії шляхом створення єдиної координаційної структури у сфері цифрового топографічного картографування;
- системне та стабільне фінансування картографічної діяльності із залученням приватних інвестицій і міжнародної підтримки;
- удосконалення кадрової політики та підготовки фахівців у сфері геоінформаційних технологій;
- подальший розвиток і гармонізація нормативно-правової бази із міжнародними стандартами;



- розробка і впровадження чітких правил щодо формату, якості, доступності й безпеки цифрових геопросторових даних.

Реалізація цих заходів дозволить суттєво покращити стан цифрового топографічного картографування в Україні, забезпечити його відповідність сучасним викликам і потребам суспільства та державного управління.

Створення та регулярне оновлення цифрових баз топографічних даних є складним процесом, який супроводжується низкою технічних та технологічних проблем. Незважаючи на значні досягнення останніх років у сфері цифрового картографування, на практиці існує ряд факторів, що суттєво ускладнюють формування та підтримку актуальних геопросторових баз даних.

Однією з головних технічних проблем залишається неоднорідність та різна якість вихідних геопросторових даних, які надходять із різних джерел: дистанційного зондування, аерофотознімання, наземних геодезичних зйомок, відкритих баз даних тощо. Використання різних методів збору інформації зумовлює неоднорідність точності та актуальності топографічних матеріалів, що створює значні труднощі під час їх інтеграції в єдину цифрову базу. Наприклад, супутникові знімки можуть мати високу просторову роздільну здатність, але недостатню геометричну точність порівняно з матеріалами наземних зйомок.

Наступною важливою технологічною проблемою є недостатня автоматизація процесів збору й оновлення даних. Значна частина робіт із створення цифрових баз топографічних даних досі виконується вручну або за допомогою напіваавтоматичних методів, що суттєво уповільнює процес і збільшує ймовірність виникнення помилок. Особливо гостро ця проблема проявляється при векторизації, генералізації та атрибутивному наповненні баз даних, де людський фактор часто призводить до топологічних та семантичних помилок.

Технічною перешкодою також є проблема інтеграції та стандартизації даних, отриманих з різних джерел та у різних форматах. Відсутність єдиних технологічних стандартів на рівні організацій-виконавців ускладнює взаємодію та інтеграцію створених цифрових топографічних продуктів у національну



інфраструктуру геопросторових даних (НІГД). Особливо актуальною є проблема забезпечення повної сумісності з міжнародними стандартами ISO 19100, INSPIRE та OGC.

Окрім цього, важливу роль відіграють проблеми зберігання великих обсягів геопросторових даних. Сучасні топографічні бази, що містять дані високої деталізації, швидко набирають великі об'єми інформації, що вимагає застосування спеціалізованих хмарних сховищ і потужних серверних рішень. Проте, не всі територіальні громади та організації мають фінансові й технічні можливості для впровадження таких технологій, що обмежує їхню здатність ефективно підтримувати актуальність цифрових даних.

Отже, ключовими напрямками подолання технічних і технологічних проблем є впровадження сучасних автоматизованих технологій векторизації та геообробки, використання хмарних технологій для зберігання й оновлення геопросторових даних, а також уніфікація технологічних підходів і формування чітких стандартів щодо збору, зберігання та обміну геопросторовими даними.

Значне розширення використання цифрових топографічних карт в Україні актуалізує проблему забезпечення інтеграції та інтероперабельності між різнорідними геоінформаційними системами (ГІС). Інтероперабельність визначається як здатність різних інформаційних систем і програмних комплексів коректно взаємодіяти між собою, обмінюватися даними та забезпечувати їх ефективне спільне використання без втрати якості і змістовності інформації.

Однією з основних причин виникнення труднощів в інтеграції ГІС є різнорідність програмних платформ, форматів даних, схем баз даних, а також розмаїття технічних стандартів. В Україні активно використовуються як комерційні ГІС-рішення (ArcGIS, GeoMedia, AutoCAD Map 3D), так і відкриті платформи (QGIS, GRASS GIS, GeoServer), кожна з яких має власні формати та технології обміну даними. Це створює значні виклики щодо інтеграції інформації у єдину інфраструктуру геопросторових даних.

Особливо гостро ця проблема проявляється на рівні територіальних громад і регіонів, де різні органи місцевого самоврядування та підприємства формують



власні геоінформаційні бази даних. Часто ці бази не сумісні між собою за форматом або стандартами, що суттєво ускладнює можливість створення єдиних регіональних чи національних інформаційних систем.

Рішення цієї проблеми значною мірою полягає у впровадженні міжнародних стандартів обміну геопросторовими даними, таких як ISO 19100, специфікації INSPIRE та OGC. Використання відкритих стандартів геосервісів (WMS, WFS, WCS, WMTS) та протоколів обміну даними суттєво покращує інтероперабельність систем, дозволяючи інтегрувати різноманітні джерела геопросторових даних в єдину інформаційну мережу.

Також, важливу роль відіграють національні регламенти та рекомендації щодо впровадження інтегрованих рішень і єдиних стандартів на рівні територіальних громад. Практичний досвід створення інтегрованих геопорталів у громадах України засвідчує ефективність застосування саме такого підходу. Це дозволяє забезпечити прозорість, оперативність та доступність даних для широкого кола користувачів, значно підвищуючи ефективність управління територіями.

Отже, вирішення проблем інтеграції та інтероперабельності геоінформаційних систем в Україні передбачає комплекс заходів, серед яких – уніфікація форматів та стандартів геоданих, використання відкритих міжнародних стандартів і сервісів, а також розробка єдиних національних регламентів щодо впровадження й використання геоінформаційних технологій на всіх рівнях державного управління та територіального розвитку.

2.6. Перспективи розвитку цифрового топографічного картографування в Україні

Національна інфраструктура геопросторових даних України є ключовим стратегічним напрямом розвитку цифрового топографічного картографування. Подальший розвиток НІГД передбачає створення інтегрованої, відкритої, ефективної та доступної системи геопросторових даних на загальнодержавному



рівні. Основними напрямками вдосконалення НІГД є: впровадження сучасних технологій збору та оновлення геоданих, забезпечення високого рівня сумісності з міжнародними стандартами (ISO 19100, INSPIRE, OGC), а також налагодження ефективної міжвідомчої взаємодії та координації.

Важливою складовою розвитку НІГД має стати подальше розширення мережі загальнодержавних та місцевих геопорталів, що дозволить забезпечити широкий доступ до геопросторових даних для всіх категорій користувачів. Впровадження єдиних національних стандартів та регламентів на рівні територіальних громад дозволить уникнути фрагментації геоданих та суттєво покращити якість територіального планування і управління земельними ресурсами.

Одним із перспективних напрямів розвитку цифрового топографічного картографування є широке впровадження технологій GeoAI (геопросторовий штучний інтелект) та автоматизації процесів. GeoAI передбачає застосування алгоритмів машинного навчання, глибоких нейромереж і штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання, класифікації й векторизації об'єктів місцевості на базі даних дистанційного зондування, аерофотознімання та інших джерел.

Практичне застосування GeoAI дозволяє суттєво підвищити оперативність, точність та ефективність створення цифрових карт. Наприклад, автоматизована класифікація супутникових знімків за допомогою нейромереж скорочує час на векторизацію та оновлення топографічних баз даних. Подальше впровадження автоматизації значно зменшить вплив людського фактору на якість геоданих, забезпечуючи більш надійну та швидку підтримку їх актуальності.

Розширення доступу до геопросторових даних є важливою умовою сталого розвитку суспільства й економіки України. Важливою перспективою у цій сфері є збільшення кількості відкритих геопорталів, які надають користувачам вільний та зручний доступ до актуальних і достовірних геопросторових даних. Створення єдиних національних платформ, таких як загальнодержавний геоportal НІГД, дозволить інтегрувати різноманітні джерела геоданих,



забезпечити їх стандартизованість і доступність для широкого кола користувачів.

Активізація використання відкритих даних (Open Data) та ініціатив типу crowdsourcing, наприклад OpenStreetMap, дозволяє залучати громадськість до процесу збору, оновлення та контролю якості геоданих, що значно прискорює актуалізацію топографічних баз даних і розширює коло їх користувачів.

Важливим напрямом розвитку цифрового топографічного картографування України є інтеграція національних геопросторових ресурсів у міжнародні проекти та сервіси. Завдяки гармонізації національних стандартів з європейськими (INSPIRE, ISO 19100) та міжнародними (OGC), Україна має всі шанси стати активним учасником глобальних геопросторових ініціатив.

Перспективними для України є участь у міжнародних проектах, таких як Copernicus (Європейська система моніторингу Землі), GEOSS (Глобальна система спостереження за Землею), а також співпраця з міжнародними сервісами Google Earth, ESRI ArcGIS Online та іншими, що дозволяє не лише інтегрувати українські геодані у глобальні бази, але й підвищити престиж і міжнародний авторитет країни у сфері геопросторових технологій.

Реалізація зазначених перспектив дозволить Україні вийти на якісно новий рівень розвитку цифрового топографічного картографування, забезпечивши сучасні інструменти для ефективного управління територіальним розвитком, підтримки сталого розвитку та міжнародного співробітництва у сфері геопросторових даних.

Висновки

Проведене дослідження сучасного стану, практичних засад реалізації, основних викликів і перспектив розвитку цифрового топографічного картографування в Україні дозволило сформувати цілісну картину цієї важливої сфери діяльності. Встановлено, що сьогодні цифрове топографічне картографування переживає активний перехід від класичного аркушного



представлення інформації до інтегрованих, безшовних геопросторових баз даних. Це стало можливим завдяки впровадженню Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД), яка формує нову парадигму управління топографічною інформацією як єдиним інтегрованим ресурсом.

Аналіз організаційно-правового забезпечення свідчить про суттєві позитивні зрушення, пов'язані з прийняттям Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та низки інших регуляторних актів. Водночас досі зберігається необхідність подолання низки організаційних і нормативних викликів, таких як недостатня міжвідомча координація, відсутність стабільного фінансування картографічних робіт і потреба в гармонізації національних стандартів з міжнародними вимогами ISO 19100, INSPIRE та OGC.

Практичний досвід створення цифрових топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000 та 1:50000 підтверджує ефективність комплексного застосування контактних, дистанційних методів та сучасних геоінформаційних технологій, зокрема тахеометричних зйомок, лазерного сканування, аерофотознімання з використанням безпілотних літальних апаратів і супутникового зондування. Використання середовища ArcGIS для векторизації й геообробки даних дозволяє значно скоротити терміни виконання робіт, забезпечити високу якість топологічної та семантичної узгодженості, яка є критичною для подальшого ефективного використання створених топографічних баз даних.

Цифрові топографічні карти активно використовуються в практичних завданнях просторового розвитку територіальних громад. Інтегрований підхід до розробки комплексних планів розвитку територій, базований на використанні цифрових геоданих, дозволяє значно підвищити якість територіального управління, забезпечити прозорість і відкритість ухвалення рішень, сприяти ефективному залученню громадськості до процесу планування. Особливо успішним виявилось впровадження геопорталів на місцевому та регіональному рівнях, які значно спростили доступ громадськості та органів управління до геопросторової інформації.



Однак, поряд з очевидними успіхами, цифрове топографічне картографування стикається з низкою суттєвих організаційних, нормативних, технічних і технологічних викликів. Серед таких слід відзначити недостатню автоматизацію процесів збору та оновлення даних, нерівномірну якість і неоднорідність інформації, низький рівень інтеперабельності різнорідних геоінформаційних систем. Ці проблеми суттєво гальмують інтеграцію даних в єдину інформаційну систему та вимагають впровадження єдиних стандартів, регламентів і технологічних рішень на національному рівні.

Перспективи розвитку цифрового топографічного картографування в Україні пов'язані з подальшим удосконаленням НІГД, активним впровадженням сучасних технологій GeoAI та автоматизації процесів створення й оновлення геоданих. Розширення доступу до відкритих геопросторових ресурсів через геопортали та інтеграція українських геоданих у міжнародні проєкти та сервіси, такі як Copernicus, GEOSS, Google Earth, ESRI ArcGIS Online, відкривають додаткові можливості для України щодо участі в глобальному геопросторовому співтоваристві. Реалізація цих напрямів сприятиме створенню умов для ефективного управління територіальним розвитком, покращенню якості просторового планування та забезпеченню сталого соціально-економічного розвитку України.