

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра геодезії та картографії

На правах рукопису

УДК: ____

**АКТУАЛЬНІ НАПРЯМИ РОЗБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРИ
ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ УКРАЇНИ**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Галузь знань 10 – «Природничі науки»

Спеціальність 103 – «Науки про Землю»

Освітня програма – «Картографія та географічні інформаційні системи»

Випускна кваліфікаційна робота магістра
студента 2 курсу магістратури
Несука Вадима Юрійовича

Науковий керівник –
кандидат географічних наук, доцент
Підлісецька Ірина Олександрівна

Допущено до захисту:

Протокол засідання кафедри №__ від «__» _____ 20__ року

Завідувач кафедри

проф. Даценко Л. М.

КИЇВ – 2023

РЕФЕРАТ

Розглянуто питання функціонування інфраструктури геопросторових даних в Україні як основного інструменту, що дозволяє взаємодіяти із геопросторовими даними різних структурних рівнів.

На основі аналізу сучасного стану ІГД в Україні визначено основні джерела даних для формування базових наборів геопросторових даних державного рівня: існуючі кадастрові системи (Земельний кадастр, кадастр природно-заповідних територій тощо), Атлас Національної академії наук України, дані Державного картографо-геодезичного фонду, дані топографічного моніторингу тощо.

Визначено тренди розвитку ІГД та зафіксовано тенденцію переходу до формату взаємодії із геопросторовими даними широкого кола користувачів та організацій. Задля забезпечення оцінки ІГД було сформовано набір правил такої оцінки, що відповідає директиві INSPIRE та запропоновано реалізовувати таку оцінку в постійному режимі з певною періодичністю.

Формування національного рівня ІГД в Україні повинно акцентуватися в першу чергу на базові набори геопросторових даних та взаємодію з ними через сервіси. Надані характеристики для основних напрямків розвитку ІГД, таких як забезпечення впровадження земельної реформи, формування загальнодержавної Адресної Системи, напрями охорони довкілля та топографічного моніторингу.

Особливо увагу зацентовано на краудсорсинговому (волонтерському) методі збору геопросторової інформації та перевагах впровадження ІГД як Системи відкритих даних (за умови функціонування Системи в режимі мирного часу та з обмеженнями доступу до стратегічно важливих наборів даних).

Ключові слова: інфраструктура геопросторових даних, відкриті дані, інтеоперабельність, набір даних, геопортал, метадані.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	1
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ.....	8
1.1. Структурна характеристика ІГД.....	8
1.1.1. Визначення, концепція та складові ІГД	8
1.1.2. Ієрархія ІГД.....	10
1.1.3. Детальний опис характеристик розвитку просторових даних на провінційному та локальному рівнях.....	13
1.1.4. Мережа геопорталів України провінційного та локального рівнів	15
1.2. Огляд розвитку національної інфраструктури геопросторових даних	19
1.2.1. Базові набори даних НІГД	19
1.2.2. Тематичні набори даних НІГД.....	21
1.2.3. Тренди та еволюція ІГД	23
1.2.4. Інституційна спроможність до формування НІГД	25
1.3. Досвід іноземних держав у формуванні власних НІГД та використання волонтерської географічної інформації	27
1.3.1. Волонтерська географічна інформація (на прикладі проєкту Open Street Map)	27
1.3.2. Відмінності в формуванні НІГД різних держав світу	29
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ТА ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ	35
2.1. Історія переходу до концепції інфраструктури геопросторових даних в Україні.....	35
2.2. Основні джерела отримання геопросторових даних загальнодержавного рівня для НІГД України	36
2.3. Аналіз методів забезпечення інтероперабельності та стандартизація ІГД.....	39
2.3.1. Стандартизація	39

2.3.2. Порядок забезпечення інтероперабельності	41
РОЗДІЛ 3. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗВ’ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМ ТА	
РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ	
ДАНИХ В УКРАЇНІ.....	
3.1. Визначення основних напрямків розвитку національної бази даних геопросторових даних в Україні	45
3.1.1. Земельна реформа.....	45
3.1.2. Адресна Система	47
3.1.3. Охорона навколишнього середовища та НІГД.....	49
3.1.4. Топографічний моніторинг місцевості, його взаємодія з НІГД.	50
3.2. Формування основних проблем, які необхідно вирішити для формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні	52
3.2.1. Параметри оцінки стану ІГД.....	52
3.2.2. Відкриті дані	54
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

GPS	Система глобального позиціонування
INSPIRE	Директива та стандарти про інфраструктуру геопросторових даних ЄС
OSM	Волонтерська картографічна ініціатива Open Street Map
ГІС	Геоінформаційні системи
Ел НАУ	Електронна версія Національного атласу України
ЄДЕССБ	Єдина державна електронна Система у сфері будівництва
ЄДРА	Єдиний державний реєстр адрес
ІГД	Інфраструктура геопросторових даних (сукупність всіх структурних рівнів)
НІГД	Національна інфраструктура геопросторових даних

ВСТУП

У зв'язку зі стрімким розвитком технологій та зростанням кількості інформації (в тому числі і геопросторової), має велике значення правильне зберігання та обробка геопросторових даних. Національна інфраструктура геопросторових даних є ключовим фактором у забезпеченні доступу до цієї інформації та її використанні у різних сферах діяльності. Україна не є винятком, і тому актуальним є вивчення стану та перспектив формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні.

Актуальність теми полягає в розвитку сучасних геоінформаційних технологій та вивчення питання унормування збору, використання та інших взаємодій з геопросторовими даними різних рівнів (передусім, державного) в Україні. Розвиток інфраструктури геопросторових даних в країні дещо відстає від розвинених країн світу. Проблеми включають недостатню доступність геопросторових даних для різних користувачів, а також відсутність належної уваги з боку влади до розвитку цієї сфери.

Вивченням даної теми займалися такі українські науковці як Карпінський Ю. О., Лященко А., Бондаренко Е. Л., Путренко В. та ін. Значну частину результатів наукових робіт зазначених осіб було реалізовано в формулюваннях та визначеннях Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” та Порядку функціонування геопросторових даних, було закладено методологічну основу (стандарти, ведення метаданих, сервіси і т.д.).

Подальший розвиток та масштабування інфраструктури геопросторових даних України на різних структурних рівнях може прискорити економічний розвиток окремих галузей. Необхідно дослідження наукових праць інших держав на зазначену тему для перейняття досвіду та можливості інтеперабельності даних на глобальному рівні функціонування ІГД.

Мета дослідження – здійснити комплексне дослідження проблем та перспектив розвитку інфраструктур геопросторових даних різних структурних рівнів в Україні;

Завдання дослідження:

- оцінити стан розвитку ІГД різних рівнів в Україні;
- проаналізувати досвід формування НІГД в іноземних державах;
- ознайомитися з етапами формування та основними джерелами даних;
- виокремити основні пріоритетні напрямки збору геопросторових даних для ІГД України;
- надати пропозиції для вирішення проблем щодо розвитку НІГД;

Предмет дослідження - аналіз процесу створення та розвитку інфраструктури геопросторових даних в Україні, включаючи огляд історії, сучасного стану та перспектив розвитку інфраструктури в Україні. Робота буде зосереджена на вивченні правового, технічного та організаційного аспектів формування й функціонування геопросторових даних, а також на дослідженні можливостей використання цих даних для різних сфер діяльності, зокрема для розвитку територіального планування, геодезії, картографії, геології та ін.

Об'єкт дослідження: інфраструктура геопросторових даних;

Методи дослідження: порівняльний, статистичний, картографічний, аналітичний.

Практичне значення отриманих результатів

Дослідження дозволяє імплементувати результати в процес подальшого формування інфраструктури геопросторових даних України, зокрема забезпечено таку практичну важливість:

- охарактеризовані критерії оцінки стану розвитку НІГД в Україні (можуть бути інтегровані до Порядку функціонування НІГД в Україні);
- за основними (на думку автора) напрямками зазначено порядок дій та пріоритети;
- запропоновано реалізовувати ІГД України з акцентом на відкритості геопросторових даних.

Структура кваліфікаційної роботи – 3 розділи, 6 рисунків, 1 таблиця. Використано 46 джерел інформації. Робота викладена на 62 сторінках.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ

1.1. Структурна характеристика ІГД

1.1.1. Визначення, концепція та складові ІГД

Федеральний комітет географічних даних США (FGDC) розглядає поняття Інфраструктури геопросторових даних (далі - ІГД) як “парасолька політик, стандартів і процедур, за якими організації та технології взаємодіють для сприяння більш ефективному використанню, управлінню та виробництву геопросторових даних” [1].

На думку засновника концепції ІГД Дугласа Неберта, ІГД відображає сукупність технологій, політик та інституційних механізмів, які забезпечують доступність та доступ до просторових даних. Це створює фундамент для виявлення, оцінки та застосування просторових даних користувачами та провайдерами на різних рівнях уряду, комерційному та некомерційному секторах, наукових групах та загалом громадянах [2].

ІГД є концепцією забезпечення спільного використання просторових даних і доступу до них за допомогою передових ГІС-технологій. Вона включає інтеграцію компонентів, які забезпечують доступ користувачів до точної, стандартизованої та повної просторової інформації. Визначення поняття ІГД відрізняється від установи до установи та залежить від дослідників та авторів. Оскільки ІГД є динамічною концепцією, її визначення змінюється з часом відповідно до розвитку технологій та програмного забезпечення, яке використовується, а також зростанням кількості областей застосування та користувачів [3].

Існують загальні принципи та методи реалізації створення Інфраструктури геопросторових даних (ІГД), незалежно від національних ініціатив та проєктів.

Основними складовими ІГД є: інституційні основи, базові набори геоданих, стандарти просторових даних, бази метаданих та механізми обміну

даними, а також засоби інформаційних технологій для створення, обробки та використання просторових даних. Ці складові є важливими для будь-якого рівня реалізації ІГД.

Інституційні основи визначають стратегію та управління процесами створення, ведення, доступу та використання базових наборів геоданих з використанням стандартів. Це включає правові аспекти, організаційну структуру та політику стосовно ІГД, такі як права доступу та використання геоданих, захист авторських прав, фінансування та ціноутворення, а також безпеку, захищеність і цілісність даних. Інші складові включають організацію інформаційних центрів, систему підготовки та сертифікації професійних кадрів.

Базові набори геоданих є важливими просторовими даними, що містять загальну географічну та іншу інформацію. Вони можуть використовуватись як цифрова картографічна основа, яка містить в собі різноманітні геодезичні, рельєфні, гідрографічні, транспортні, комунікаційні та адміністративні дані. Склад базових геоданих визначається з урахуванням потреб користувачів цих даних, наявності відповідної цифрової картографічної інформації та можливостей для їх створення.

Стандарти визначають норми та вимоги до вмісту, оформлення, якості та правил створення, постачання та використання геоданих. Детальний опис стандартів, що стосуються інфраструктури геопросторових даних, наведено в Розділі 2.

Метадані є формалізованими даними про дані, що описують структуру та властивості елементів інформації, які зберігаються в цифровому і нецифровому вигляді. Вони є важливим компонентом у доступі до геоданих, оскільки дозволяють користувачам знайти необхідну географічну інформацію в базах просторових даних та оцінити її придатність для цілей конкретного користувача. Метадані дозволяють також з'ясувати, де та за яких умов можна одержати необхідні геодані.

Технологічна основа ІГД складається з серверів геоданих, інформаційних мереж та послуг, які забезпечують користувачам легкий доступ до процесів

пошуку, замовлення та отримання геоданих. Все це створює середовище для розвитку ІГД з метою підтримки та використання геоінформаційних ресурсів в глобальній мережі Інтернет, або WEB-картографування (WEB Mapping) [4].

Основними компонентами ІГД є **політика, мережі доступу, технічні стандарти, люди та просторові дані**. Люди - зацікавлені сторони, постачальники та користувачі просторових та непросторових даних. У контексті ІГД, дані можуть бути зберігатися, обмінюватися та споживатися. Політики ІГД є важливим інструментом для моніторингу та контролю співпраці між зацікавленими сторонами та їхнім використанням даних та послуг. Для полегшення обміну даними розроблено різноманітні протоколи та стандарти, які можуть змінюватися відповідно до потреб людей, контексту країни та структури інформаційних систем [5].

Сьогодні в світі ІГД розглядаються як більше, ніж просто теоретична концепція. Це сучасна парадигма геоінформаційних технологій, що охоплює цінності, методи, підходи, технологічні навички та засоби дослідження геосистеми. Це також науково обґрунтована та практично реалізована методологія організації виробництва геопросторових даних та забезпечення потреб сучасного суспільства в геоінформаційних ресурсах та послугах. ІГД також включає сукупність стандартів, які охоплюють усі процеси збирання, виробництва та використання геопросторових даних, множину напрацьованих інституційних, нормативно-правових та програмно-технологічних рішень в сфері ІГД та сотні геопорталів національних, регіональних, місцевих, галузевих (видових) інфраструктур геопросторових даних [6].

1.1.2. Ієрархія ІГД

Інфраструктури просторових даних (ІГД) мають різні рівні. Ці рівні взаємодіють один з одним через вертикальні та горизонтальні зв'язки. ІГД має ієрархічну структуру - чим вищий рівень ІГД, тим менше даних наявно [3].

Багато країн розробляють ІГД на різних рівнях - від місцевого до національного та регіонального рівнів. Деякі країни також беруть участь у створенні глобальної ІГД. Ці ініціативи сприяють кращому управлінню та використанню ресурсів просторових даних. Найголовнішими цілями зазначених ініціатив є економічний розвиток, краще урядування та екологічна стійкість. Ієрархія ІГД складається з взаємопов'язаних ІГД на корпоративному, місцевому, провінційному, національному, регіональному та глобальному рівнях (схематична ієрархія відображена на Рис. 1.).

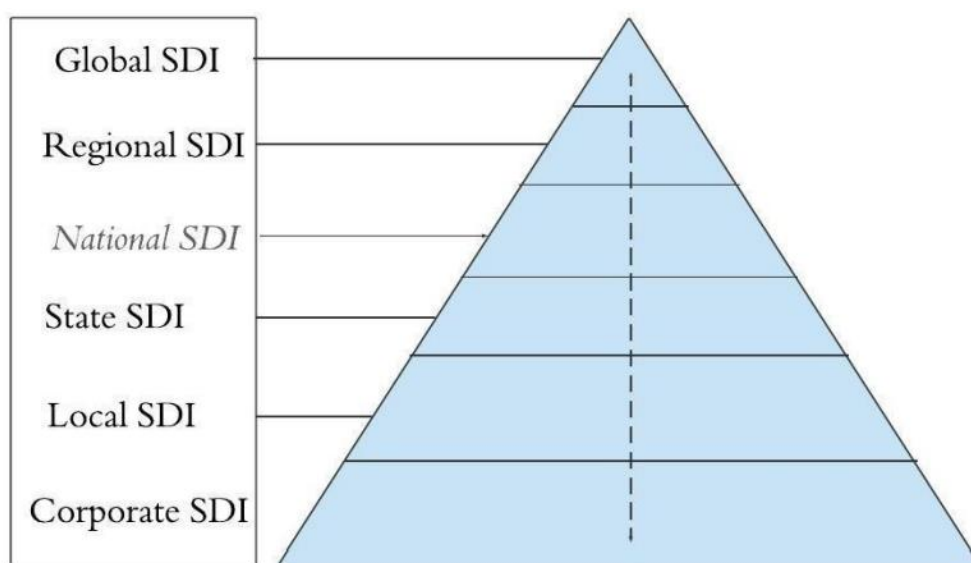


Рис. 1. Ієрархія ІГД (Rajabifard та інші., 2010)

У цій моделі, корпоративна ГІС вважається базовим рівнем ієрархії Інфраструктури Просторових Даних. Кожна Інфраструктура Просторових Даних на локальному рівні або вище в основному формується шляхом інтеграції наборів просторових даних, спочатку розроблених для використання в корпораціях, що працюють на цьому рівні та нижче [5].

Національний рівень ІГД має великий вплив на інші рівні ієрархії ІГД через свої компоненти. З точки зору політики, Національні ІГД мають важливий вплив на нижні та верхні рівні. З точки зору збирання даних, національний рівень ІГД має важливу роль у формуванні високорівневих даних, а його набори даних формуються на основі наборів даних з більш низьких рівнів. Основні

національні набори даних можуть впливати на фундаментальні дані на провінційному рівні. Користувачам на провінційному рівні може знадобитись використовувати національні фундаментальні набори даних для своїх додатків перед використанням провінційних наборів, які є більш детальними. З точки зору технічних стандартів, національний рівень ІГД має прямий вплив на провінційні та місцеві рівні, і вони є важливими для верхніх рівнів, щоб приймати рішення щодо своїх стратегій та стандартів. Національний рівень ІГД має більш сильні відношення та відіграє важливу роль у формуванні інших рівнів ІГД. Його роль у ієрархії ІГД є унікальною, оскільки нижні рівні (локальні та провінційні) не мають такого ж сильного зв'язку з верхніми рівнями, як Національна ІГД. Тому Національна ІГД є “вирішальним” рівнем для зв'язків між нижніми та верхніми рівнями ієрархії. Подібна ситуація може мати місце у федеративних державах, коли необхідно враховувати перші три рівні (локальний, провінційний та національний) ієрархії ІГД, де провінційна ІГД відіграє критичну роль у зв'язках між локальним та національним рівнями [7].

За класифікацією SDI Cookbook, геопортالي поділяються за рівнями: корпоративний, локальний, національний, регіональний, глобальний. В такому випадку регіональний рівень представлений декількома державами (окремими регіонами) [2].

Для створення картографічних моделей на основі інфраструктури геопросторових даних (ІГД) визначено територіальні рівні залежно від масштабу карт:

- Для державного рівня (територія України) використовують масштаб від 1:1 000 000 до 1:12 000 000;
- Для регіонального рівня, який відповідає економічному району та/або адміністративній області, оптимальні масштаби від 1:300 000 до 1:3 000 000 (зокрема для карт областей - 1:300 000 - 1:750 000);

- На перехідному регіональному рівні (рівень адміністративного району) використовують масштаб від 1:50 000 до 1:1 000 000 (зокрема оптимальні масштаби - 1:50 000 - 1:300 000);
- На локальному рівні, що відповідає території населеного пункту або зони впливу кількох дрібних населених пунктів, використовують масштаб від 1:10 000 до 1:500 000;
- На вузько-локальному рівні зображають окремі об'єкти картографування з масштабом більше 1:10 000 [8].

1.1.3. Детальний опис характеристик розвитку просторових даних на провінційному та локальному рівнях

ІГД є важливим інструментом для визначення використання просторових даних в організаціях, націях, різних регіонах і світі. Цей комплексний ідеальний інструмент сприяє максимізації рентабельності інвестицій через найкращий спосіб використання просторових даних, які були витрачені урядами протягом десятиліть на їх створення та підтримку. Обмін даними, що забезпечується ІГД, дозволяє користувачам економити ресурси, час і зусилля при отриманні нових наборів даних.

Місцева влада грає ключову роль у впровадженні ІГД, відповідаючи за це на своєму рівні. Вона є джерелом точної та детальної просторової інформації, яка використовується на різних рівнях управління, включаючи державний та національний рівні [9].

Національні уряди в усьому світі впроваджують політику розвитку ІГД, щоб зменшити дублювання в створенні та обслуговуванні просторових даних, більш ефективно використовувати просторові дані сторонніми користувачами в різних місцях, створювати однорідність в просторових даних через встановлення стандартів та забезпечити легкий доступ до просторових даних для прийняття рішень щодо явищ, пов'язаних із конкретним розташуванням [10].

Існує декілька основних шаблонів і моделей для розробки ІГД, нижче наведено ієрархічні типи таких моделей:

- «зверху вниз» (збір даних починається від національного рівня та переходить до місцевого рівня);
- «знизу вгору» (збір даних починається від локального рівня та переходить до національного).

Успішні приклади моделі “Зверху вниз” - Національна інфраструктура просторових даних США та інфраструктура просторових даних Європейського Союзу (INSPIRE). Хоча ці моделі існують і далі, вони не є успішними в інших менш розвинених країнах [11].

Підхід «знизу вгору», керований користувачами, призвів до більшої горизонтальної та вертикальної інтеграції ресурсів просторових даних у локальному та регіональному масштабах [10].

Для реалізації ІГД України, на думку автора цього дослідження, доцільно дотримуватися розробки моделі ІГД за підходом “знизу вгору”, оскільки:

1. На цей час більший розвиток та кількість геопросторових даних мають геопортали провінційного та локального рівня (окремі міста, територіальні громади, області тощо), порівняно із загальнодержавним рівнем.
2. Збір даних на всю територію України є складним через великі розміри держави, що відповідно призводить до збільшення часу на збір та інтеграцію геопросторових даних, отриманих від різних організацій.
3. Моніторинг створених геопросторових даних здійснювати легше для менших територій та особам, що безпосередньо знають обрану місцевість (тобто місцевим жителям та владі певного регіону).

Звісно ж, реалізація такого підходу передбачає наявність фахівців, що вміють збирати та оновлювати геопросторові дані за допомогою потрібних ГІС програм. До того, для впровадження такого підходу необхідно дотримуватися єдиних стандартів на дані та метадані.

Ієрархія ІГД створює середовище, в якому особи, що приймають рішення, які працюють на будь-якому рівні, можуть використовувати дані з інших рівнів, залежно від тем, масштабів, валюти та охоплення необхідних даних.

Розробка інфраструктури геопросторових даних (ІГД) потребує співпраці та партнерства між усіма зацікавленими сторонами, включаючи політиків, які займаються розвитком системи. Політична підтримка є важливою для забезпечення легітимності ІГД та стимулювання необхідних фінансових інвестицій у її розвиток. Крім того, необхідні знання про типи даних, їх розташування та якість. Для успішної реалізації ІГД важливо забезпечити доступ до даних, оскільки ефективність системи визначається її широким використанням та визнанням користувачами [5].

1.1.4. Мережа геопорталів України провінційного та локального рівнів

ІГД є потужним інструментом для місцевих органів влади у сфері управління муніципальними активами та виконання щоденних дій (планування, впровадження і т.д.). На основі даних ІГД є можливим створенням карт за відповідними напрямками діяльності: планування землекористування, дозволів, картування податків, громадської безпеки, утримання доріг та інженерних мереж, планування маршрутів руху, подій (злочинів, пожеж, повеней, нещасних випадків), управління надзвичайними ситуаціями, оцінка та обслуговування інфраструктури, управління демографічними даними, геологічне картування та картування небезпеки зсувів, інженерне проектування, громадські роботи, довкілля, вибори, управління зеленими активами, сценарії зміни клімату та стратегічне планування майбутнього розвитку [3].

Технологічною основою для інфраструктури геопросторових даних в країні є мережа геопорталів з національним геопорталом в якості головного вузла, а також галузеві геопортали центральних органів виконавчої влади,

геопортали органів місцевого самоврядування, підприємств та локальних територій [12].

На провінційному та локальному рівнях рівні створено геопортали системи містобудівного кадастру в 12 областях та 34 містах обласного значення [13].

Дослідження матеріалів мережі Інтернет показує, що станом на початок 2022 року в Україні були доступними такі геопортали провінційного рівня:

1. Геопортал Запорізької області.
2. ГІС містобудівного кадастру Івано-Франківської області.
3. ГІС містобудівного кадастру Харківської обласної державної адміністрації.
4. ГІС містобудівного кадастру Київської обласної державної адміністрації.
5. ГІС містобудівного кадастру Чернігівської області.
6. ГІС містобудівного кадастру Львівської області.
7. ГІС містобудівного кадастру Миколаївської області.
8. ГІС-портал Херсонської області.

Розглянемо геопортал локального (місцевого) рівня на прикладі геопорталу міста Львова (посилання для доступу: <https://map.city-adm.lviv.ua/>)

Геопортал є загальнодоступним та, на думку автора дослідження, є таким, що може виступати еталонним у плані реалізації інтерфейсів, доступності даних та переліку наборів даних, що представлені у зазначеній Системі. Основними сторінками публічної частини геопорталу є “Галерея світлин”, “Карта” та “Набори даних”.

На головній сторінці відображені основні тематичні карти (тобто, фактично категорії наборів). Майже всі тематичні карти можливо переглянути безпосередньо на картографічному відображенні, переглянути об’єкти у вигляді реєстру або перейти до сторінки із сервісами доступу до зазначених наборів даних. (Рис. 2)

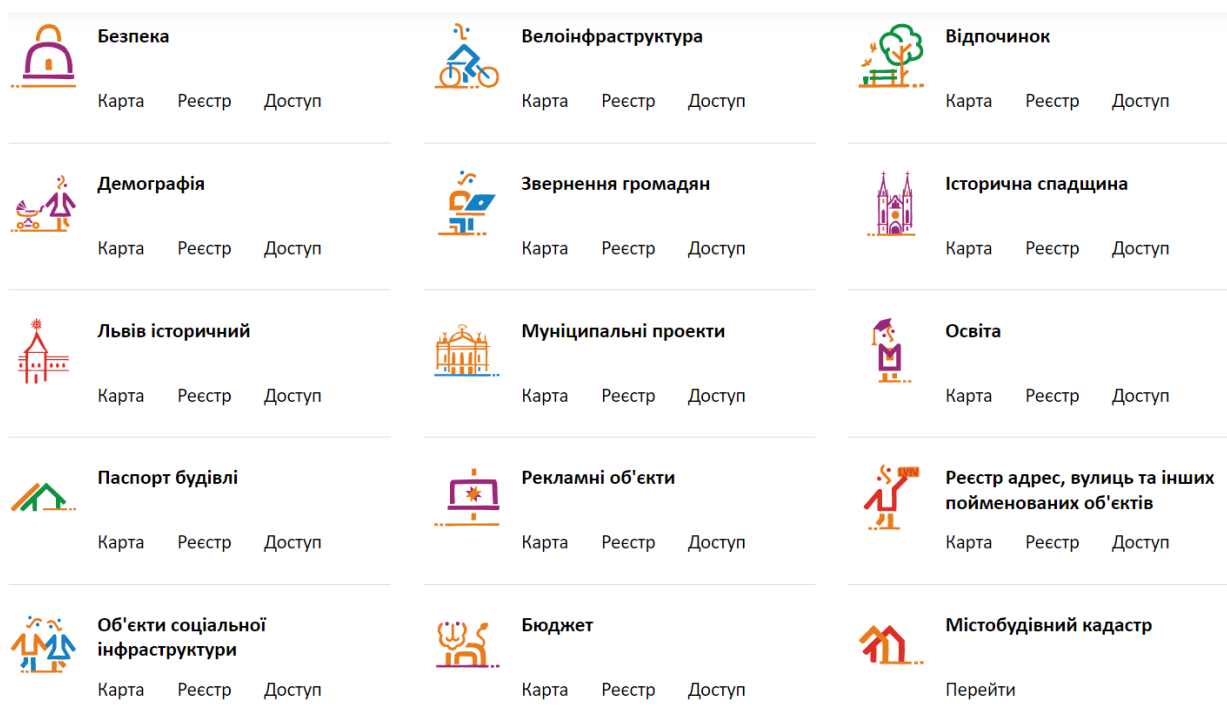


Рис. 2. Вигляд інтерфейсу та перелік тематичних карт геопорталу міста Львів

Картографічне відображення дозволяє додавати для показу на веб карті геоінформаційні ресурси, що наявні для публічного доступу на геопорталі. Перехід до обраної тематичної карти (наприклад, “Відпочинок”) відображає на карті шари, що належать до даної категорії:

- Місця для відпочинку;
- Готелі;
- Хостели (Рис. 3.)

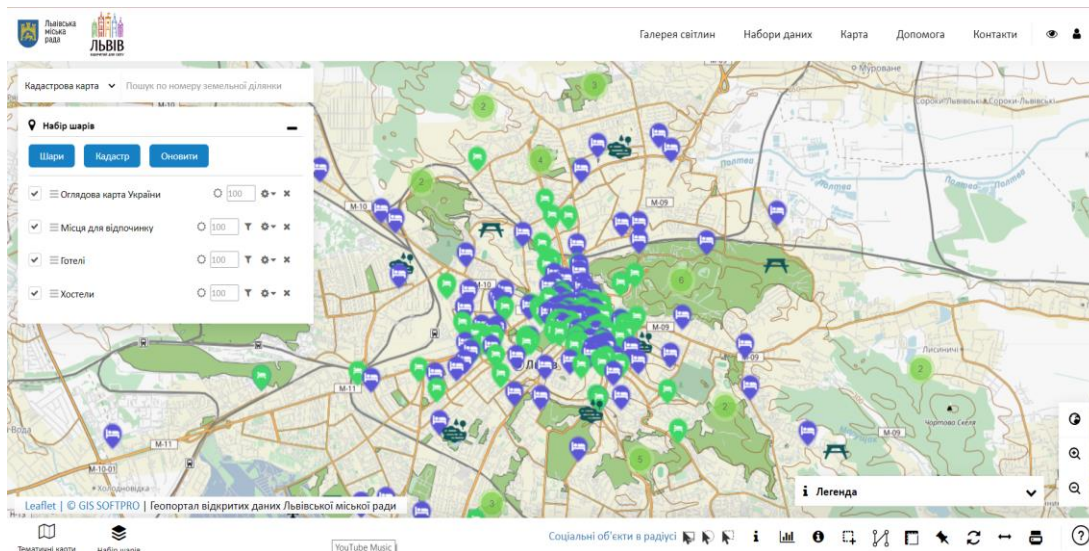


Рис. 3. Видяг картографічної компоненти показу геоінформаційних ресурсів (геопортал міста Львів)

На сторінці доступу до набору даних показані основні метадані про набір даних (Назва, опис набору, категорія згідно INSPIRE, умови доступу, відповідальний за набір даних (організація) і т.д.), також наявний блок “Завантаження і ресурси”, в якому безпосередньо можна отримати доступ до даних у таких форматах:

- геосервіси (TMS чи WMS);
- API (доступ є частковим, оскільки необхідно отримати ключ доступу в адміністратора геопорталу);
- Завантаження файлом у форматах SHP, GeoJSON чи CSV. (Рис. 4.)

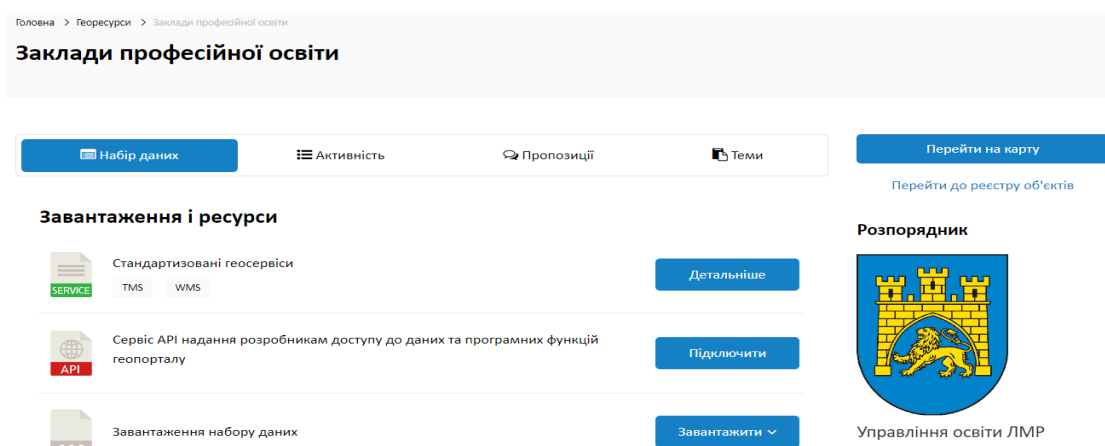


Рис. 4. Частина сторінки (візуального інтерфейсу) доступу до набору даних (геопортал міста Львів)

Існує ймовірність, що створені та функціонують й геопортали для інших адміністративно-територіальних одиниць рівня областей, однак більше за все такі геопортали функціонують у закритому режимі та недоступні для громадськості.

Водночас у зв'язку з введенням воєнного стану в Україні від 24 лютого 2022 року доступ до більшості геопорталів на момент формування даної роботи є обмеженим або повністю закритим (згідно постанови №263 Кабінету Міністрів України від 12 березня 2022 р.)

1.2. Огляд розвитку національної інфраструктури геопросторових даних

1.2.1. Базові набори даних НІГД

Геопросторові дані формуються на різних рівнях, включаючи загальнодержавний, регіональний та місцевий рівні. В Україні склад базових наборів геопросторових даних встановлюється нормативно-правовими актами. Органи державної влади регіонального та місцевого рівнів мають право розширювати базові набори геопросторових даних для своїх потреб. Базовий набір складається з геопросторових даних, які відповідають певним критеріям, включаючи придатність для інтеграції інформаційних ресурсів, точну прив'язку тематичних даних та зменшення обсягів атрибутивних даних. Загальновизнаний базовий набір геопросторових даних включає топографічну основу, кадастрові дані про об'єкти нерухомості, реєстри вулиць та адрес населених пунктів, аерофото та космічні зображення, які можуть бути відкритими для використання в глобальній мережі [14].

Відповідно до Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних [15], до Базових наборів геопросторових даних України належать:

- Системи відліку координат і висот;
- Державний кордон України;
- Адміністративно-територіальні одиниці, в тому числі їх межі;
- Територіальні громади, в тому числі межі їх територій;
- Гідрографічні об'єкти та гідротехнічні споруди;
- Населені пункти, в тому числі їх вулично-дорожня мережа;
- Будівлі та споруди;
- Автомобільні дороги;
- Залізниця;
- Інженерні комунікації;
- Аеропорти, морські та річкові порти;
- Земний покрив та ґрунти;
- Земельні ділянки;
- Реєстри вулиць та адреси об'єктів;
- Географічні назви;
- Цифрова модель рельєфу;
- Ортофотоплани [15].

Основний набір геопросторових даних, який є цифровою картографічною основою для ГІС, значно залежить від вмісту основних елементів (шарів) топографічних карт і планів певного рівня. Ці шари, які фактично становлять ефективне ядро інформаційних ресурсів інфраструктури, дозволяють об'єднувати різні характеристики реальних об'єктів [16].

Базові геопросторові дані створюються, оновлюються, обробляються, зберігаються та постачаються у форматі векторних моделей об'єктів, цифрових моделей рельєфу та растрових моделей цифрових ортофотокарт та ортофотопланів. Базові геопросторові дані повинні мати таку ж детальність, точність та просторове розрізнення, як цифрові топографічні карти і плани.

Набори цих даних мають містити обов'язкові атрибути, такі як ідентифікатори та координати геопросторових об'єктів, географічні назви та адреси (якщо є), а також опис топологічних відношень між об'єктами [15].

1.2.2. Тематичні набори даних НІГД

У Законі України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” [17] наведено такі визначення та інформацію про тематичні набори даних:

- “Тематичні геопросторові дані - геопросторові дані, не віднесені до базових геопросторових даних”;
- “До тематичних геопросторових даних належать усі види геопросторових даних, що створюються на основі базових геопросторових даних або як самостійні набори даних”.

Карпінський Ю. О. зазначав поняття “профільні набори геопросторових даних”. На нашу думку, дане поняття повністю відповідає поняттю “тематичні набори геопросторових даних”. За його визначенням, профільні (тематичні) набори геопросторових даних - це географічні дані, до яких належать “усі види географічних даних, що створюються з використанням базових наборів даних і відповідають вимогам стандартів на географічну інформацію” [14].

Тематичні набори геопросторових даних доступні в інформаційному середовищі ІГД з дотриманням правил доступу та використання геоінформаційних ресурсів. Такі набори можуть створюватися органами державної влади, місцевого самоврядування, підприємствами та громадянами. При створенні профільних (тематичних) наборів враховуються першочергові потреби суспільства та органів влади. Прикладами таких наборів є інтегровані дані Держстату України з базовим набором геопросторових даних, дані дорожньо-транспортної інфраструктури для транспортно-навігаційних систем та дані про природні ресурси та охорону навколишнього середовища. Для

гармонізації цих даних з INSPIRE рекомендується враховувати вимоги Європейської інфраструктури геопросторових даних [14].

Американська інфраструктура геопросторових даних має розгалужений тематичний блок, який охоплює земельний кадастр, демографічну та соціальну статистику, морські та прибережні дані, геологію, водні ресурси, рослинний покрив, транспорт та водно-болотні угіддя. Відмінність американської тематичної складової геопросторових даних від європейської (INSPIRE) полягає у вираженому ресурсному підході, де передусім ураховується інформація про природні ресурси та шляхи їх використання. Окремою категорією є кадастровий розділ, який узагальнює інформацію про різні види ресурсів, зокрема земельні ресурси. Блок демографії є більш комплексним в інфраструктурі геопросторових даних США, аніж аналогічний в INSPIRE, оскільки містить весь комплекс відносин людини в суспільстві разом із соціальною, економічною та культурною складовими частинами [18].

У більшості випадків, тематична інформація є результатом досліджень географів, геологів та інших фахівців природничого профілю. Тематична інформація має таку ж важливість для державної безпеки та управління, як і базова інформація. Базові набори є невід'ємною частиною тематичної інформації та визначають їх класифікаційну належність. У системі геопросторових даних (ІГД) тематична інформація може бути представлена в різних форматах, таких як тематичні ІГД, блоки з тематичною інформацією в національних, регіональних та відомчих ІГД, додаткові дані, що зберігаються у структурно пов'язаних місцях. Важливість розміщення тематичних даних у системі визначається такими чинниками, як цілі та географічний масштаб системи, соціально-економічна потреба в таких даних та сумісність тематичної інформації з системою. Цілі та географічний масштаб ІГД визначаються їх призначенням або організацією-виробником, соціально-економічна потреба залежить від кінцевих користувачів та загальної ситуації в регіоні, а наявність та сумісність тематичних даних залежить від структури їх збирання та зберігання.

Основні принципи INSPIRE передбачають організацію тематичних даних з огляду на екологічну безпеку, управління природними ресурсами, сприяння сталому розвитку та використання об'єктного та предметного підходів. Найбільш важливою є екологічна інформація в широкому розумінні, що включає інформацію про екологічну ситуацію, різні види забруднення та середовище існування та взаємодії людини з біотичними комплексами. Окрім того, провідним напрямом є також інформація про цінності та охорону природи. Організація тематичної інформації на вищих рівнях розвитку ІГД є складним процесом, який вимагає пильної підготовки та тлумачення. Завдання структурування тематичних блоків інформації є окремою науковою проблемою, і в Європейському Союзі були створені робочі групи для узгодження оцінок та створення моделей опису інформації. Загальний процес організації тематичної інформації в ІГД включає відбір тематики, опис тематичних складових, створення моделей відображення та зберігання інформації, формалізацію опису тематики, а також накопичення та обробку інформації. Україна повинна враховувати свої власні особливості при створенні тематичної складової Інфраструктури для геопросторових даних. Серед важливих тем для України можна виділити наслідки аварії на Чорнобильській АЕС, управління водними ресурсами, сільське господарство та земельні ресурси. Україна має значний досвід в тематичному картографуванні, який може бути використаний при створенні національної складової ІГД [18].

1.2.3. Тренди та еволюція ІГД

Концепції управління ІГД постійно змінюються - відбувається це через виникнення певних ненавмисно створених проблем, далі пропонуються рішення для їх вирішення, і таким чином з'являється безперервне вдосконалення.

ІГД можна розглядати як «складні адаптивні системи». Адаптивність, по суті, вважається головною характеристикою ІГД: «Високий ступінь

адаптивності гарантує, що ІГД може постійно розвиватися, пристосовуючи свою структуру, поведінку та цілі до мінливих зовнішніх обставин» [19].

Ключовими особливостями складних адаптивних систем є їх непередбачуваність і самоорганізація, на які впливають зовнішні фактори через їх відкритість і внутрішні фактори, такі як їхня історія (залежність від шляху) [20].

Виконавчий наказ США, виданий у 1994 році тодішнім президентом Біллом Клінтоном про «скоординовану національну інфраструктуру просторових даних», знаменує для багатьох науковців і практиків офіційну точку запуску ІГД. Метою ширшої політики «Новий публічний менеджмент» (New Public Management), у яку вона була включена, було створення більше ефективно урядування із меншим використанням коштів (тобто, з більшою ефективністю). Ініціатива НІГД США була спрямована на створення міжвідомчої координації, «щоб уникнути марнотратного дублювання зусиль і сприяти ефективному та економному управлінню ресурсами з боку федеральних, державних, місцевих і плеємінних урядів» [21].

Раджабіфард та ін. (2003) спостерігають зміну фокусу розвитку ІГД приблизно на початку 2000 року, яку вони називають «другим поколінням національних ініціатив ІГД». Важливим аспектом цього покоління ІГД є зміщення акценту з інтеграції даних на поширення даних шляхом створення зв'язку між даними та користувачами даних. Зробивши людей важливим компонентом ІГД, цінність ІГД зростає. Причини впровадження ІГД змінилися від економії ресурсів і підвищення продуктивності до більш цілісного соціально-культурного ідеалу ІГД, який служить інтересам суспільства в цілому [20].

Концепція відкритого уряду чітко простежується в області ІГД: такі концепції, як «відкриті стандарти», «програмне забезпечення з відкритим кодом» і «відкриті дані» вже були створені, але тепер їх захищають багато урядів. Відкриті просторові дані призвели до зростання використання наборів просторових даних [22].

Існують три покоління Інфраструктури геопросторових даних (ІГД) в розвинених країнах. Перше покоління, що діяло з 1990 до 1998 року, було зосереджене на гармонізації даних та стандартизації метаданих і веб-сервісів. Друге покоління, що тривало з 2000 по 2006 рік, зосереджувалося на підтримці актуальності даних і їх використанні в різних сферах.

Третє покоління, починаючи з 2007 року, зорієнтоване на користувача та розвивається як платформа геоінформаційно забезпеченого суспільства на основі технології GeoWeb 2.0. Важливим аспектом є створення та поширення відкритих даних, що доступні для прямого завантаження через корпоративні геопортали. Спостерігається тенденція надання геопросторовим даним, виробленим в державному секторі, статусу відкритих урядових даних. Ця тенденція відображається в національних стратегіях розвитку геопросторової інформації як вимога щодо якості геопросторових даних для систем прийняття рішень за принципом AAA: точні, офіційні та гарантовані [6].

1.2.4. Інституційна спроможність до формування НІГД

Організаційно-правове забезпечення інфраструктури просторових даних включає ряд заходів та механізмів, що спрямовані на створення та забезпечення ефективної роботи системи. Ці заходи включають:

- законодавчо визначену національну політику щодо інформатизації;
- стратегію створення та розвитку інфраструктури просторових даних;
- законодавче регулювання геоінформаційної діяльності та міжвідомчу взаємодію державних установ та приватного сектору у розвитку та функціонуванні геоінформаційних систем;
- політику щодо доступності просторових даних та їх відкритості, захисту авторських прав та справедливого ціноутворення;
- відповідну структуру управління, зокрема національний надвідомчий або міжвідомчий орган, який відповідає за керування, координацію та

контроль робіт зі створення та розвитку інфраструктури просторових даних;

- мережу регіональних підрозділів та організацій-партнерів, які займаються виробництвом геоінформаційних ресурсів;
- розробку законодавчих, нормативно-правових, освітніх та інших аспектів організації та підтримки всіх компонентів інфраструктури [16].

Організаційно-правові аспекти геоінформаційної діяльності відіграють вирішальну роль у більшості проектів національних ІГД та стратегій геоінформаційного розвитку, оскільки ефективність і успішність будь-якої технічної інфраструктури, а також створення стабільного та конкурентоспроможного ділового середовища, залежать від налагодження взаємодії та координації дій між різними суб'єктами геоінформаційної діяльності в рамках прозорого правового поля та за чіткими правилами та стандартами. Організаційно-правове забезпечення ІГД включає комплекс заходів та механізмів для створення та ефективного функціонування інфраструктури. Це включає:

- законодавчо визначену національну політику з інформатизації суспільства;
- стратегію розвитку ІГД;
- законодавче регулювання геоінформаційної діяльності та міжвідомчу взаємодію державних установ;
- політику щодо відкритості просторових даних, їх доступності та захисту авторських прав;
- відповідну структуру управління та мережу регіональних підрозділів і організацій-партнерів виробників геоінформаційних ресурсів;
- законодавчі, нормативно-правові, освітні та інші аспекти, необхідні для підтримки всіх компонентів інфраструктури [8].

1.3. Досвід іноземних держав у формуванні власних НІГД та використання волонтерської географічної інформації

1.3.1. Волонтерська географічна інформація (на прикладі проєкту Open Street Map)

Завдяки появі Web 2.0 користувачам стало можливим взаємодіяти з веб-сайтами, що призвело до активного збору та поширення даних. Проєкти, такі як OpenStreetMap (далі - OSM), Google Map Maker, Wikimapia та інші веб-сайти, розпочали розвиватися на основі добровільно зібраної просторової інформації. Уряди також намагаються використовувати дані, зібрані волонтерами, для відображення місцевих потреб або проблем у просторовій інформації. Початково головною метою проєкту OSM було зібрати дані про дорожню мережу Великої Британії, проте з часом цей проєкт став світовим, завдяки збільшенню кількості користувачів, які збирають дані в OSM. Користувачі стали збирати інформацію про всі типи об'єктів, включаючи дороги, цікаві місця, будівлі та покриття землі. Спільнота користувачів OSM розробила відкриті інструменти для збору, завантаження та візуалізації даних, що дозволило створити більш зручне середовище для користувачів [23].

Є декілька факторів успіху OSM:

1. Web 2.0, або інтерактивна мережа, яка сприяє розробці великомасштабних спільних проєктів, у яких одночасно беруть участь сотні чи тисячі людей (найвідоміший приклад цього - Вікіпедія).
2. Доступність недорогої, високоякісної та високоточної системи глобального позиціонування (GPS) означає, що споживачі або громадяни тепер можуть збирати географічну інформацію за допомогою інтелектуальних пристроїв, таких як їхні смартфони або спеціальні пристрої GPS; потім ці географічні дані можна завантажити та додати до OSM.
3. Проєкт OSM вітає будь-кого зареєструватися та взяти участь як користувача, що робить внесок. Учасники можуть охоплювати весь

спектр географічних та інформаційних технологій: від початківця чи новачка до географа експертного рівня, чи розробника програмного забезпечення [24].

OSM використовується в промисловості та урядовими установами в усьому світі. Дані проєкту мають широкий спектр застосувань, включаючи веб-картографію, веб-ГІС, аналіз даних, маршрутизацію та навігацію. У цьому проєкті є кілька провідних компаній, зокрема: Mapbox, MapQuest, Stamen, Mapzen, CampToCamp і Geofabrik. Більшість із цих компаній також надають послуги OSM спільноті користувачів OSM, включаючи витяги даних OSM, шари веб-карт для онлайн-картографії та спеціальну візуалізацію.

Використання OSM урядом складніше відстежити, якщо воно не рекламується та не виділяється відповідними державними установами. З протилежного боку, в OSM значною мірою використовувалися урядові дані, протягом багатьох років було виконано кілька масштабних імпортів даних. Ці імпорти базуються на даних, які мають прийнятну ліцензію на відкриті дані, що дозволяє вставляти відповідні геодані в базу даних OSM. Імпорт включає: дані TIGER (топологічно інтегрованої системи географічного кодування та прив'язки), створені Бюро перепису населення США, у США; plan.at в Австрії; GeoBase як повна карта Канади; і карта CORINE Land Cover у Франції.

У 2013 році місто Нью-Йорк відкрило для громадськості багато «важливих наборів даних, що дало можливість використовувати ці дані для покращення OSM», за сприяння та підтримки Mapbox. «Натомість команду ГІС Нью-Йорка інформують про зміни, внесені в OSM, пов'язані з їхніми наборами даних, що допомагає підтримувати їхні картографічні дані в актуальному стані». Це фактично зробило муніципалітет Нью-Йорка учасником OSM у Сполучених Штатах. MapGive — це ініціатива Відділу гуманітарної інформації Державного департаменту США, яка «спрошує для нових волонтерів навчитися складати карти та брати участь у онлайн-завданнях». Управління дорожнього руху TriMet у Портленді використовує OSM для роботи свого мультимодального планувальника дорожнього руху. Національна жандармерія (одна з

національних поліцейських сил Франції) використовує карти OSM у своїх поліцейських автомобілях. Урядові установи все ще не бажають використовувати OSM як доповнення до власних джерел просторових даних; однак існують приклади, наприклад Французька національна база даних адрес (BAN), яка «пов'язує кожну адресу, указану на території Франції (25 мільйонів адрес), з її географічними координатами» (база даних «не містить жодних номінативних даних»). BAN є результатом «інноваційної моделі співпраці між державними органами» [24].

1.3.2. Відмінності в формуванні НІГД різних держав світу

Незважаючи на певні відмінності в національних ініціативах та окремих міжнародних проєктах, створення будь-якого рівня ІГД ґрунтується на загальних принципах, складових і методах реалізації [4].

Важливість та фундаментальність національних ініціатив, направлених на створення ІГД відображаються в проєкті NSDI США, який був започаткований Указом президента США У.Д. Клінтона № 12906 від 13 квітня 1994 року. Цей Указ чітко визначив роль географічних даних на сучасному етапі розвитку суспільства та технологій, а також сформулював завдання NSDI:

“...Географічна інформація вкрай необхідна для сприяння економічному розвитку, для удосконалення управління природними ресурсами і захисту навколишнього середовища. Нові технології дозволяють удосконалити механізм збору, розповсюдження, використання і картографічного відображення географічних (або геопросторових) даних... Під Національною інфраструктурою геопросторових даних розуміється технологія, політика, стандарти і трудові ресурси, необхідні для збору, обробки, збереження, розповсюдження і удосконалення використання просторових даних...” [с.2, 4].

Окрім ІГД США, почали свій відлік десятки аналогічних проєктів національного та міжнародного рівня. Ось перелік різних ІГД та їх веб-сторінок:

- Канадська ІГД CGDI - geogratis.cgdi.gc.ca
- ІГД Австралії та Нової Зеландії ASDI - www.auslig.gov.au
- Глобальна ІГД GSDI - www.gsdi.org
- Азіатсько-Тихоокеанська ІГД APSDI - www.permcom.apgis.gov.au
- Пан-європейська програма EUROGI по створенню інфраструктури географічної інформації EGII - <http://www.eurogi.org>

Також існують відповідні європейські національні ініціативи практично в усіх країнах Західної Європи і Скандинавії, а також в Польщі, Угорщині, Чехії та Словаччини [4].

У Польщі просторові дані, доступні в ІГД, збираються багатьма центральними установами та органами місцевого самоврядування на всіх рівнях. Найбільші ресурси просторових даних зберігаються в Державному геодезичному та картографічному ресурсі (польська аббревіатура: PZGiK). Геодезичні дані, зібрані в Державному геодезичному картографічному ресурсі, також є довідковими даними для багатьох державних реєстрів, об'єкти яких розташовуються за допомогою геодезичних даних, напр. земельних ділянок або адресних точок. Дані, записані в Державному геодезичному та картографічному ресурсі, мають вирішальне значення для функціонування польської інфраструктури просторових даних [25].

28 держав Європейського Союзу об'єднали зусилля для створення Директиви INSPIRE, що була введена в дію з 15 травня 2007 року. Основна мета директиви полягає у створенні інфраструктури просторових даних ЄС, яка дозволить організаціям державного сектора обмінюватися геопросторовою інформацією та забезпечить відкритий доступ до неї в Європі [26].

INSPIRE є ініціативою, що ґрунтується на ряді важливих принципів, зокрема:

- оптимальною стратегією є збір даних лише один раз та їх зберігання в найбільш вигідному місці;
- корисну інформацію про територію Європи потрібно об'єднувати та доступним чином поширювати серед різних користувачів;

- геопросторова інформація повинна бути надана на різних рівнях деталізації, залежно від потреб користувачів;
- доступ до геоданих та рекомендацій з їх використання має бути прозорим та легкодоступним для всіх зацікавлених сторін [26].

Географія впровадження Директиви INSPIRE наведена на Рис. 5.

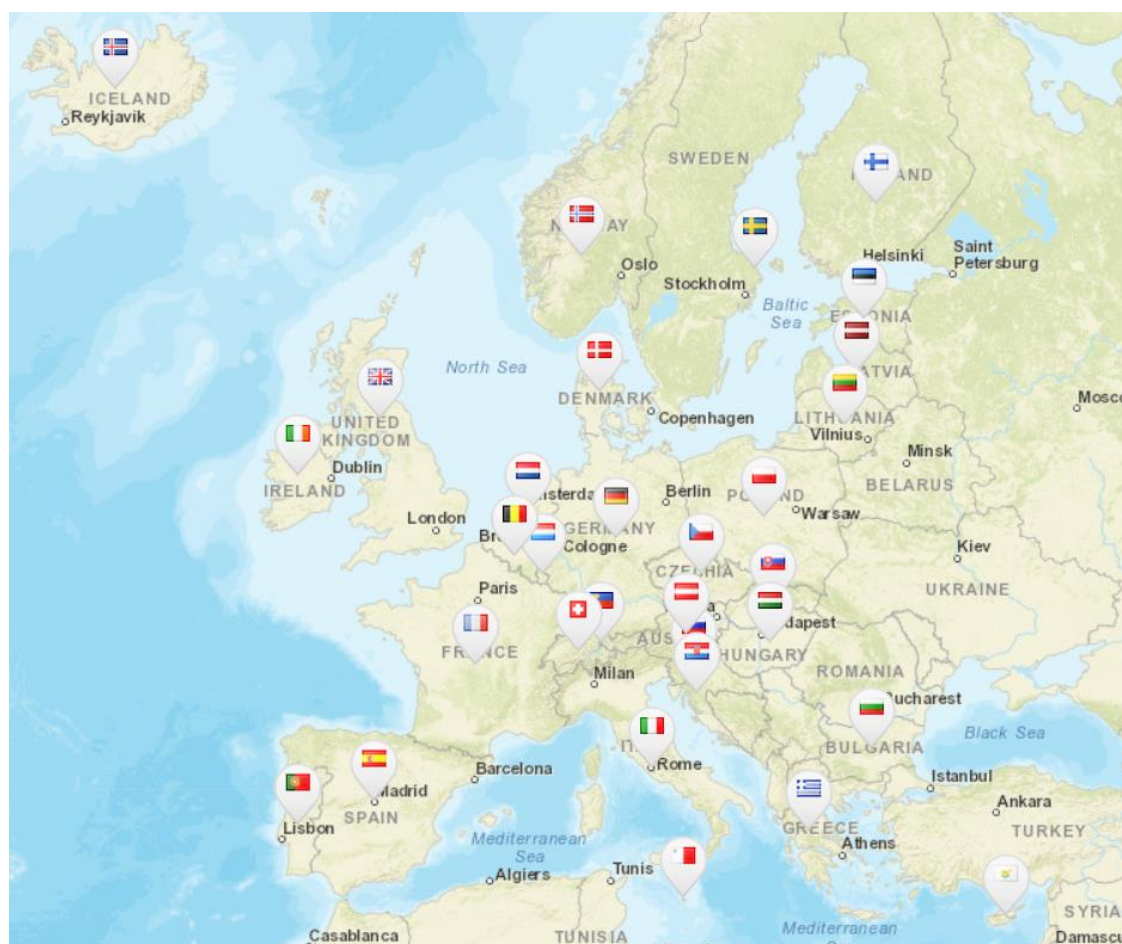


Рис. 5 Поширення директиви INSPIRE на території держав (посилання на карту <https://inspire.ec.europa.eu/inspire-your-country-map/27543>)

2021 року було запущено робочу програму INSPIRE на 2021 - 2024 рр. Ця програма зосереджена на п'яти цілях, які повинні забезпечити бачення майбутнього, визначити пріоритетність наборів даних і тем, зменшити поточну різноманітність даних, спростити технічні вимоги та перетворити INSPIRE з правової бази на «цифрову екосистему для навколишнього середовища та

сталого розвитку». Крім того, ці цілі пов'язані з Європейською зеленою угодою і простором спільних даних ЄС [20].

Згідно з проведеними дослідженнями в ЄС, реалізація Директиви INSPIRE може принести державам-членам економічний ефект більше ніж в 1 млрд євро на рік лише завдяки підвищенню ефективності. Легкодоступна геопросторова інформація буде мати значний вплив на прозорість надання послуг та стимулювати економічне зростання [26].

Членство України в організації EuroGeographics, яка є представницьким органом та асоціацією національних картографічних, кадастрових та реєстраційних організацій Європи, має важливе значення. Разом із іншими країнами-членами, EuroGeographics працює над розвитком інфраструктури для інтеграції національних даних, включаючи топографічну та земельну інформацію. Організація спрямовує свої зусилля на забезпечення сумісності та взаємодії між індивідуальними геоінформаційними базами даних країн-членів, шляхом обміну досвідом та створення стандартних специфікацій даних [27].

Інфраструктура геопросторових даних (ІГД) визнана найкращою практикою для вирішення проблем розвитку в Африці. Однак, порівняно з розвиненими країнами, впровадження ІГД у вибраних країнах є повільним. Огляд організаційних аспектів національних інфраструктур геопросторових даних показує, що деякі обрані країни (Південна Африка та Ботсвана) мають добрий статус лідерства, бачення, спроможність до самоорганізації та канали комунікації. У той же час, інші країни (Малаві, Зімбабве та Танзанія) все ще розробляють довгостроковий стратегічний план відповідно до проєкту політики сприяння організаційній діяльності ІГД.

Оцінка показала, що більшість країн в південноафриканських регіонах стикаються з обмеженнями у розвитку інфраструктури просторових даних, такими як недостатні людські та фінансові ресурси, обмежені можливості доступу до базових наборів даних, відсутність політичної підтримки та проблеми з національною політикою та настановами. У результаті можна зробити висновок, що стан розвитку національної інфраструктури просторових

даних у цих країнах є низьким, проте існує можливість для покращення у майбутньому [28].

Уряд Оману створив національний ІГД з 2014 року для стандартизації геопросторової діяльності та бізнесу на національному рівні. Інституційна структура національної інфраструктури просторових даних Оману (далі - ONSDI) складається з групи наглядових і виконавчих установ і органів влади. ONSDI досяг успіху в зусиллях з уніфікації геопросторових даних і має стандартизований геопортал. Крім того, було досягнуто помітного прогресу в управлінні 2D геоданими державного сектору. ONSDI створив свою національну базу геоданих (далі - NGDB), щоб стати головним хостом для всіх просторових даних Оману на основі оцінки геопросторової спільноти та вимог зацікавлених сторін в Омані. NGDB було створено на основі міжнародних стандартів (OGC та ISO), адаптованих до вимог Оману. ONSDI у координації з Національним геодезичним органом опублікував Уніфіковану національну базову карту і запустив її на порталі Національного центру статистичної інформації для (публічних, приватних) користувачів. Крім того, ONSDI надає набір геоданих через різні служби (веб-додатки ГІС і телефонні програми) для державних і приватних зацікавлених сторін відповідно до дозволеного рівня [29].

Держава Катар стала свідком швидкого зростання населення, економічного розвитку та стрімкого урбанізму протягом останніх трьох десятиліть завдяки значним багатствам нафти та газу. Отже, виникла гостра потреба в оцінці геопросторової установки країни. У 1992 році держава Катар заснувала Центр географічних інформаційних систем (CGIS) для створення, підтримки та оновлення геодезичної мережі Катару, національних стандартів і специфікацій ГІС і GPS, високошвидкісної мережі обміну даними ГІС і топографічної бази даних. Інформація ГІС надходила по всій країні між понад 90 державними та напівдержавними установами, інтегрованими в цю систему. Метою є посилення міжвідомчої координації та уникнення дублювання зусиль і надмірності даних. Це було пов'язано з новими міжнародними напрямками та

ініціативами, такими як NSDI, UN-GGIM, оновлення даних підготовлених і вмотивованих кадрів, тенденції в концепціях даних, безпека даних і попит на оброблені дані для нової стратегії ГІС, відомої як Національна інфраструктура геопросторових даних Катару (QNGDI). Метою створення QNGDI була розробка сучасної національної геопросторової інфраструктури, яка гарантує доступність своєчасної, надійної та безпечної просторової інформації та послуг для всіх зацікавлених сторін, залучених до процесу розбудови нації, а також для підтримки соціального, економічного та людського розвитку в напрямку стійке суспільство [29].

Згідно з категоріями, встановленими для показників продуктивності, 3% (одна країна: Барбадос) з 35 країн-членів регіону Америки, які відповіли, знаходяться на "початковому рівні" реалізації ІГД; 28% (десять країн: Гаїті, Суринам, Гранада, Нікарагуа, Сальвадор, Гватемала, Сент-Вінсент і Гренадини, Гайана, Домініка та Сінт-Маартен) на рівні "в дії"; 23% (вісім країн: Коста-Рика, Ямайка, Парагвай, Тринідад і Тобаго, Антигуа і Барбуда, Беліз, Багами та Сент-Люсія) на рівні "визначеному"; 26% (дев'ять країн: Аргентина, Гондурас, Перу, Уругвай, Венесуела, США, Домініканська Республіка, Чилі та Панама) на рівні "операційному"; і 20% (сім країн: Канада, Еквадор, Болівія, Колумбія, Мексика, Бразилія та Куба) на рівні "оптимальному" [30].

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ТА ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ

2.1. Історія переходу до концепції інфраструктури геопросторових даних в Україні

В Україні було реалізовано кілька ключових ініціатив та проєктів, пов'язаних з формуванням національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД):

1. У липні 1992 року була утворена Державна комісія з ГІС при Кабінеті Міністрів України.
2. В 1992-1993 роках була розроблена "Концепція багатоцільової Національної ГІС України".
3. 1995 року було створено Технічний комітет ТК 103 "Географічна інформація/геоматика".
4. Протягом періоду з 1995 до 2000 рр. відбувалась реалізація програми "Державна програма з цифрового картографування України".
5. З 2000 до 2003 рр. реалізовувався проєкт "Створення умов для впровадження національної інфраструктури геопросторових даних в Україні" (за сприяння Королівства Швеція).
6. 2004 р. – розробка геопорталу дослідної картографічної мережі України (uamap.net).
7. 2006 р. – формування техніко-економічної доповіді щодо стану формування НІГД України.
8. 2007 р. – фіналізація створення УСК-2000 (системи координат державного рівня).
9. 29.11.2007 р. – розпорядження Кабміну України № 1021 "Про схвалення Концепції проєкту Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних".

10. 2008 р. – розроблення проєкту Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних”.
11. 2015–2017 р. – проєкт “Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні” (сторони - Україна та Японія).
12. 13.04.2020 р. – ухвалення Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних”.
13. 9.09.2020 р. – постанова Кабінету Міністрів України про створення Ради з національної інфраструктури геопросторових даних (діятиме як колегіальний дорадчий орган при Кабінеті Міністрів України).
14. 5.11.2020 р. – Проєкт постанови Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних" було розроблено та опубліковано з метою проведення відкритого обговорення [15].

Ця хронологія проєктів та ініціатив, що пов'язані з національною інфраструктурою геопросторових даних в Україні, підтверджує думку багатьох експертів з розвинених країн, що, незважаючи на важливість технологічних компонентів, успіх створення такої інфраструктури залежить від політичних рішень, належного законодавчого та інституційного забезпечення [13].

Зазначена хронологія чітко відображає рівень масштабування технічного та політичного розвитку стосовно формування інфраструктури геопросторових даних в Україні.

2.2. Основні джерела отримання геопросторових даних загальнодержавного рівня для НІГД України

Експерти оцінюють, що набори геопросторових даних, які передбачені у законодавстві, можна створити за 4-5 років, якщо будуть виконані такі умови: створення базових геопросторових даних з просторовим розрізненням масштабу 1:10 000 на території країни та 1:2 000 на території населених пунктів, що стануть основою для всіх інших тематичних даних; розроблення цільової

програми розвитку національної інфраструктури геопросторової інформації з відповідним фінансовим та інституційним забезпеченням; гармонізація національних стандартів з міжнародними стандартами та специфікаціями INSPIRE; підвищення кваліфікації управлінців на всіх рівнях для забезпечення їхньої спроможності використовувати геопросторові дані та ГІС у своїй професійній діяльності; стимулювання використання сучасних технологій вітчизняними виробниками геопросторових даних та підтримка вітчизняних розробників програмних засобів для компонентів національної інфраструктури геопросторової інформації [31].

Для формування загальнодержавних наборів даних (як базових, так і тематичних) необхідно використати дані існуючих кадастрів державного рівня, інтегрувавши ці дані за допомогою відповідних сервісів.

В Україні станом на 2018 рік є наявними 13 державних кадастрів, перелік яких наведено нижче:

- земельний,
- містобудівний,
- лісовий,
- водний,
- родовищ і проявів корисних копалин,
- територій та об'єктів природно-заповідного фонду,
- природних лікувальних ресурсів,
- природних територій курортів,
- сховищ радіоактивних відходів,
- кадастри тваринного світу та рослинного світу,
- водних біоресурсів та рибогосподарських водних об'єктів
- національний кадастр антропогенних викидів та абсорбції парникових газів [32].

Формування нових та оновлення існуючих геопросторових даних повинно спиратися на різноманітні методи збирання геопросторових даних, повний перелік потенційних методів збирання наведено на Рис. 6.

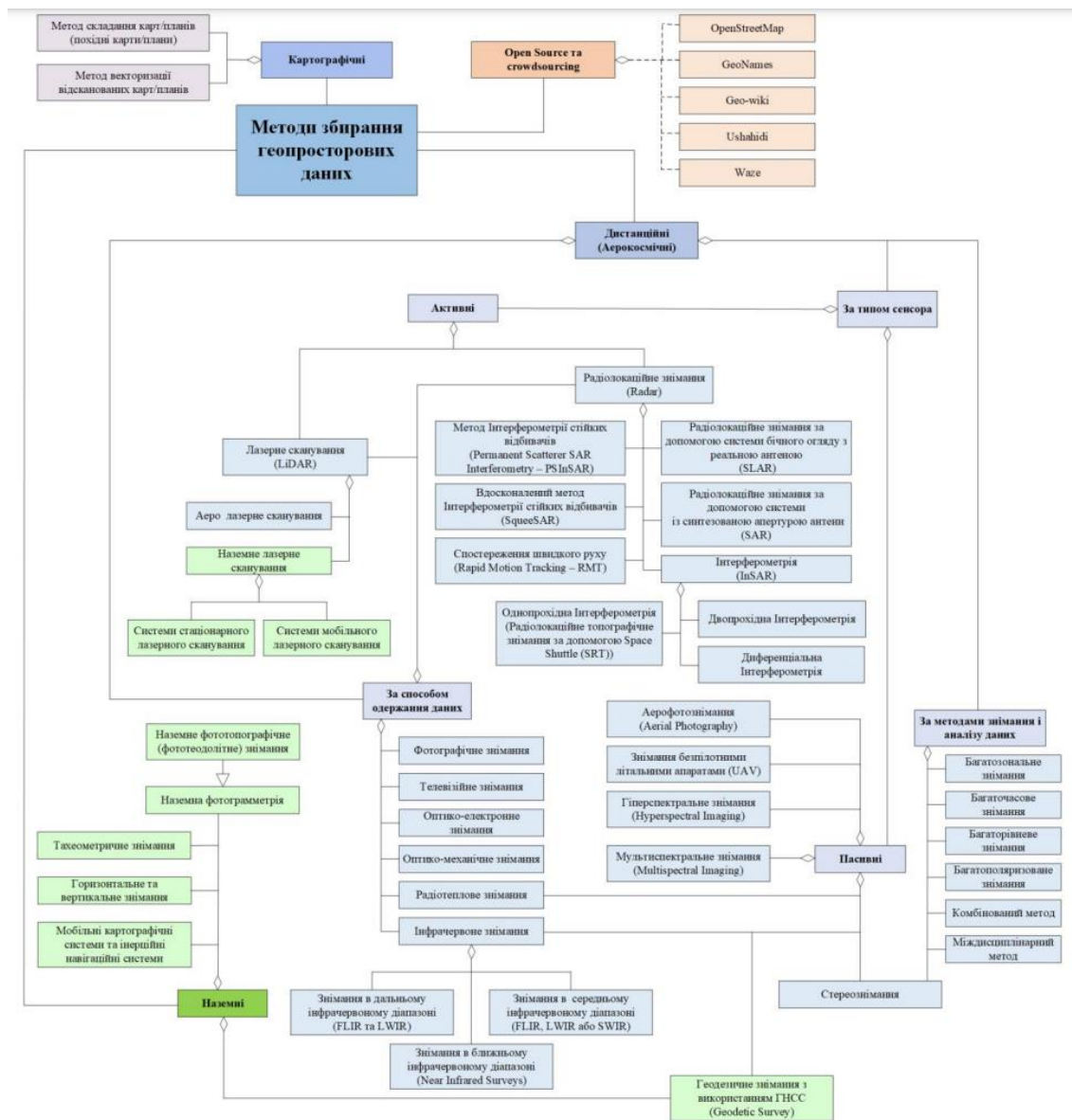


Рис. 6. Методи збирання геопросторових даних [33]

Деякі з наведених на функціональній схемі методи отримання та формування геоданих в Україні не мають належного нормативного регулювання. Тому потрібно дослідити технології, точність, надійність і швидкість таких методів, щоб оновити норми та правила топографічної картографії, які б відображали сучасний рівень геоінформаційних розробок і задовольняли інформаційні потреби суспільства [33].

Електронна версія Національного атласу України (далі - Ел НАУ) також може бути використана у якості джерела геопросторових даних для формування наборів геопросторових даних загальнодержавного рівня для ІГД України. Ел

НАУ передбачає використання програмного забезпечення та технологій, які дозволяють працювати з картами та поширювати Атлас в глобальних системах. Застосування технологій ГІС забезпечує періодичну актуалізацію Атласу. Продовження робіт над ним є необхідним для організаційного та змістовного розвитку інфраструктури геопросторових даних в Україні. В рамках цих робіт передбачається розробка Порталу Ел НАУ, який буде головним інструментом використання електронної версії Атласу [34].

Ел Нау може зайняти одне з головних місць в формуванні НІГД України як ресурс для створення окремих геопросторових наборів даних загальнодержавного рівня.

2.3. Аналіз методів забезпечення інтеоперабельності та стандартизація ІГД

2.3.1. Стандартизація

Оскільки ІГД є цифровою інфраструктурою, необхідно також реагувати на швидкі інновації в технологіях і стандартах. Стандарти для виявлення, доступу та обміну просторовими даними були добре розроблені в минулому, але зараз існує думка, що ці розробки були надто непов'язані з «основними» веб-розробками. Щоб подолати цю прогалину, зараз розроблено кілька стандартів для надання просторових даних, зокрема через REST API.

Загальні процедури та стандарти значно полегшують обмін даними між спільнотою просторових даних. Можна провести аналогію з транспортною інфраструктурою. У транспортній інфраструктурі стандарти, що стосуються ширини колії, розміру доріг і узбіччя дороги, по якій потрібно проїхати, — це лише деякі з багатьох стандартів, які діють, щоб допомогти людям краще використовувати інфраструктуру. Це схоже з інфраструктурами просторових даних. Наявність наборів даних у ІГД, які зберігаються в різних форматах, означає, що спільне використання цих наборів даних є складним через велику кількість несумісностей, які існують між наборами даних. Багато програмних

продуктів не зчитують дані, створені іншими програмними продуктами, і, отже, неможливо отримати найкраще використання даних. Маючи стандарти для зберігання даних тощо в ІГД, даними можна легко обмінюватися між користувачами та можна досягти найкращого можливого використання даних.

Загальні стандарти в рамках ІГД, як правило, вирішують багато проблем несумісності для новостворених даних, однак успадковані дані залишаються проблемою. Багато організацій мають значні суми грошей, закріплені в системах, які мають застарілі дані, несумісні з іншими застарілими даними, що використовуються іншими організаціями. Дуже небагато з цих організацій готові пожертвувати власними інвестиціями, щоб мати ефективну ІГД. Два стандарти, які приносять переваги ІГД, - це стандарт передачі просторових даних і специфікація взаємодії відкритих геоданих [20].

Існує кілька ключових принципів, які слід дотримуватися при стандартизації просторових даних. Серед них гармонізація з міжнародними, регіональними та національними стандартами інших країн, взаємозв'язок та узгодженість нормативних документів на всіх рівнях, участь у розробці нормативних документів зацікавлених сторін, тобто розробників, виробників, споживачів та органів державної виконавчої влади, а також відкритість щодо інформації про діючі стандарти та програми робіт зі стандартизації, з урахуванням вимог законодавства [16].

В рамках спільного українсько-японського проєкту, що тривав у період з 2015 по 2017 рік, було створено національний профіль стандартів географічної інформації на основі базових стандартів серії ISO 19100. Технічний комітет ТК 103 був залучений до розробки цих стандартів, зокрема ДСТУ 8774:2018, ДСТУ ISO 19131:2019 (ISO 19131:2007, IDT) та ДСТУ ISO 19157:2020 (ISO 19157:2013, IDT). Ці стандарти стали основою для створення нормативних документів з виробництва та використання інтероперабельних наборів геопросторових даних у НІГД за концепцією модельно-керованого підходу.

Існує потреба у створенні документації для геопросторових даних НІГД, яка дозволить їх використання фахівцями та програмами без потреби в залученні до цього тримачів даних. Ця документація повинна включати:

- XML електронний документ із описанням каталогу класів об'єктів, атрибутів об'єктів та класифікаторів відповідно до вимог стандартів ДСТУ 8774:2018 та ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT);
- докладна специфікація даних, що створюється відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19131:2019 (ISO 19131:2007; Amd 1:2011, IDT);
- метадані, що відповідають вимогам профільного закону та ДСТУ ISO 19115-1:2020 (ISO 19115:2014, IDT) Географічна інформація. Метадані – Частина 1: Основи. До усіх зазначених документів тримачі даних забезпечують відкритий доступ у мережі геопорталів.

Для обміну векторними даними в НІГД варто визначити базові формати, які будуть відкриті до ГІС-платформ:

- формати, які ґрунтуються на використанні GML (мови географічної розмітки) відповідно до стандарту ДСТУ ISO 19136:2017 (ISO 19136:2007, IDT);
- формати, що використовують GeoJSON та TopoJSON, розширюють стандартний формат об'єктної нотації JSON (JavaScript Object Notation) для представлення просторових властивостей об'єктів та їх атрибутів [13].

2.3.2. Порядок забезпечення інтероперабельності

Інтероперабельна система - це система, яка складається з компонентів, що працюють за різними алгоритмами та не мають єдиного центру керування взаємодією, але забезпечують єдність керування за допомогою профілю інтероперабельності. Профіль інтероперабельності - це узгоджений набір стандартів, який описується в термінах моделі інтероперабельності на рівнях організаційної, технічної та семантичної інтероперабельності. Сучасна модель

інтероперабельності включає в себе законодавчий, організаційний, технічний та семантичний рівні інтероперабельності. Законодавчий рівень інтероперабельності стосується узгодженості національних законів в окремих галузях, щоб уникнути бар'єрів для міжгалузевої взаємодії в процесі виробництва, обміну та використання геопросторових даних [12].

Забезпечення сумісності геопросторових даних є складним завданням, оскільки на сьогодні ці дані продукуються та постачаються багатьма держателями та виробниками даних без належної координації. Більш того, використання різних систем координат та наборів даних цифрової топографічної основи робить їх сумісне використання ще більш складним.

Щоб забезпечити координатно-топологічну узгодженість геопросторових даних, які постачаються з різних джерел, необхідно створити уніфікований набір базових геопросторових даних (НБГД) та зробити його використання обов'язковим для всіх виробників тематичних геопросторових даних. При цьому, важливо пам'ятати про необхідність постійного оперативного моніторингу та оновлення об'єктів набору базових геопросторових даних, що можна здійснювати в мережі геопорталів НІГД [12].

Проблеми із впровадженням інтероперабельності можуть існувати на різних рівнях та належать до чотирьох основних типів:

- міжкордонні (cross-bording): набори даних на різні території;
- міжгалузеві (cross-sector): набори даних, створені для різних програм в галузі;
- перехресний тип (cross-type): напр. растрові та векторні дані;
- перекриття (overlap): однакові характеристики, що надходять з різних процесів і джерел.

Розв'язання зазначених проблем інтероперабельності потребує поєднання трьох складових: технології, прийняття спільної концепції «базових даних» і, звичайно, політичної підтримки, яка допоможе забезпечити необхідні ключові впровадження.

Зважаючи на важливість забезпечення інтеперабельності, рекомендовано:

- Дотримуватись існуючих стандартних кодувань та інтерфейсів під час реалізації геопросторових послуг (щоб максимізувати доступ інших людей до ваших даних);
- Користуватися правилами OGC Service Framework і ISO 19119 Service Architecture під час розробки нових служб, щоб переконатися, що впровадження відповідають еталонній архітектурі;
- При розробці нових служб намагатися повторно використовувати наявні інтерфейси, наскільки це можливо.

Також необхідно співпрацювати з іншими організаціями у галузі, а також з відповідними органами стандартизації (такими як ISO, OGC, W3C) для розробки стандартних інтерфейсів [8].

В рамках функціонування НІГД в Україні передбачається реалізація геоінформаційних сервісів різних типів, що також дозволить впровадити інтеперабельність даних більшою мірою. Перелік сервісів наведено в Табл. 1.

Табл. 1. Геоінформаційні сервіси, передбачені в Порядку функціонування НІГД [15]

Назва сервісу	Призначення
CSW	Сервіс доступу до каталогу метаданих
WMS та WMTS	Відображення електронних карт в растрових форматах
WCS	Цифрові моделі географічних полів, які описують неперервний просторовий розподіл певної характеристики (растрові моделі ДЗЗ, сіткові моделі рельєфу тощо)

WFS	Завантаження векторних моделей геопросторових об'єктів у стандартизованих форматах (наприклад, GML, GeoJSON)
WGS	Отримання інформації з реєстрів або довідників про географічні назви, вулиці та адреси
WPS	Використання програм для обробки, конвертації, аналізу та моделювання геопросторових даних, які знаходяться на геопорталі

Для ефективної інтеграції геопросторових даних з різних джерел необхідно створити систему унікальної ідентифікації геопросторових об'єктів у наборах даних Національної інфраструктури геопросторових даних України (НІГД). Ця система повинна задовольняти ряд вимог, зокрема, ідентифікатор геопросторового об'єкта має бути унікальним на території України, для ідентифікації об'єктів певних класів можуть застосовуватися існуючі коди їх унікальної ідентифікації, а також можуть застосовуватися загальноприйняті системи формування унікальних ідентифікаторів. У разі, коли геопросторовий об'єкт повністю збігається з координатними даними об'єкта базових геопросторових даних, тематичні геопросторові дані повинні містити додатковий атрибут з ідентифікатором відповідного об'єкта в базових геопросторових даних. Система унікальної ідентифікації повинна бути визначена та описана в специфікації геопросторових даних [12].

РОЗДІЛ 3. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМ ТА РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ

3.1. Визначення основних напрямків розвитку національної бази даних геопросторових даних в Україні

3.1.1. Земельна реформа

Однією з проблем, що виникли в процесі земельної реформи в Україні, є монопольне положення Держгеокадастру щодо доступу до інформації про земельні ділянки та території, що зареєстровані. Платний та обмежений доступ до цієї інформації створює перешкоди для розвитку кадастрової системи та обмежує конкуренцію на ринку геодезичних обстежень. Крім того, така ситуація дозволяє землевпорядникам, реєстраторам та іншим органам влади приховувати порушення законодавства у сфері земельних відносин. Для ефективної земельної реформи необхідно створити механізм забезпечення вільного та доступного для всіх громадян доступу до інформації про земельні ділянки та території. Необхідно забезпечити відкритий доступ до кадастрової інформації у форматі, який може бути оброблений комп'ютерами, включаючи географічні координати, для багатьох земельних ділянок та територій, і при цьому забезпечити захист особистої та конфіденційної інформації для всіх категорій користувачів. Інтеграція даних про земельні ділянки стане важливою складовою Національної інфраструктури геопросторових даних [35].

Відповідно до тексту “дорожньої карти” щодо реалізації угоди про Асоціацію між Україною та ЄС (2014 р.), Україна повинна впровадити такі кроки у сфері земельних відносин:

1. Створення ефективної системи обігу земель сільськогосподарського призначення.
2. Покращення законодавства про земельні відносини засобами використання кращих практик Європейського Союзу.

3. Поліпшення Національної кадастрової системи та надання державних земельних кадастрових послуг через інтернет.
4. Розвиток Національної Інфраструктури Геопросторових Даних на технічному та законодавчому рівнях з наданням рекомендацій щодо впровадження директиви ЄС INSPIRE [27].

Визначені наступні параметри якості геоданих, які можуть бути віднесені до сфери даних щодо земельних ресурсів:

- Просторова точність (або "точність позиції")
- Тимчасова точність
- Тематична точність
- Просторова роздільна здатність
- Тимчасова роздільна здатність
- Тематична резолюція
- Послідовність
- Повнота [36].

Стандарти забезпечують моделі документації геоданих, проте не надають механізму для реалізації цих моделей у різних ГІС-системах. Ця проблема полягає в тому, що стандарти вважають якість даних статичною. У всьому світі стандарти ІГД включають вимоги до якості даних, метаданих, якості послуг та стандартизованих протоколів. В Україні, наприклад, для даних про земельні ресурси використовуються дескриптори XML. Такі стандарти, як SDTS або FGDC, можуть бути використані для ІГД та геоданих на земельні ресурси, і їх основною перевагою є гнучкість [37].

Під час аналізу директиви INSPIRE виявлено, що для картографування земельних ресурсів найбільш важливими елементами є система координат, рельєф, гідрографія, населені пункти, транспортна мережа, адміністративні кордони і межі, земельний покрив, землекористування та географічні назви. Для кожного елемента сформульовано визначення, опис, спільну мету і конкретні приклади використання, а також вказано обов'язкові елементи таблиць атрибутів і метаданих, їх взаємозв'язок і перекриття з іншими

елементами та перелік нормативних документів з розширеним описом тематичної складової. Це дозволяє значно спростити процес формування базових наборів просторових даних, не потребуючи розробки власних структур реляційних таблиць атрибутів і метаданих для кожного базового набору в процесі ГК земельних ресурсів [38].

Згідно з директивою INSPIRE, базові набори регіональної ІГД "земельний покрив" та "землекористування" містять інформацію про земельні ресурси, яка отримується з даних ДЗЗ, польових зйомок та статистичних даних. Для геоінформаційного картографування земельних ресурсів в Україні оптимальною є система класифікації CORINE, оскільки вона потребує меншого обсягу вихідних даних і доступна у вже створених європейських базах даних, включаючи межі земельного покриття за системою класифікації CORINE. Земельний покрив та землекористування за системою класифікації CORINE є важливими складовими регіональної ІГД, оскільки на їх основі можна аналізувати сучасний стан земельних ресурсів та прогнозувати їх зміни в часі [38].

3.1.2. Адресна Система

Закон України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” визначає геокодовані адресні реєстри як частину базових наборів геопросторових даних, що входять до складу НІГД [17].

Тема просторових даних “Адреси” не ізольована від інших тем просторових даних і має корисну властивість, за допомогою якої її можна використовувати для зв’язування та об’єднання інформації з інших наборів даних. Специфікація даних включає асоціації від адреси до двох тем INSPIRE (Кадастрові ділянки та Будівлі) [39].

Інформаційна адресна система України призначена для вирішення різноманітних завдань, пов’язаних з адресною проблематикою. Ці завдання включають:

- ідентифікацію місцезнаходження об'єктів;
- присвоєння адрес об'єктам адресації;
- встановлення порядку присвоєння адрес;
- здійснення поштового зв'язку;
- представлення місцезнаходження об'єктів на карті;
- пошук місць розташування об'єктів адресації;
- підтвердження існування будівлі;
- створення єдиного реєстру адрес, обліку адресних даних;
- створення адресного сервісу та порталу для пошуку і відображення об'єктів адресації;
- реєстрацію місця проживання;
- проведення перепису населення;
- формування реєстру виборців України;
- ведення галузевих та тематичних реєстрів різних територіальних рівнів;
- облік нерухомого майна;
- побудову державного кадастру нерухомості;
- встановлення зв'язків між різноманітними інформаційними потоками та реєстрами даних;
- створення кадастрових та муніципальних геоінформаційних систем;
- використання як запобіжника вчинення махінацій із нерухомістю тощо.

Користувачами Державної адресної системи можуть бути міністерства, органи державного управління, регіонального та місцевого рівня, приватний (бізнес) та публічний (громадські організації, громадяни) сектори [40].

Міністерство цифрової трансформації та Міністерство регіонального розвитку забезпечують створення Єдиного державного реєстру адрес (далі - ЄДРА), що дозволить мати актуальні дані про адреси на території України.

Реєстри будуть наповнюватися працівниками органів місцевого самоврядування за допомогою програмного забезпечення Єдиної Державної електронної Системи у сфері будівництва (далі - ЄДЕССБ), що дозволить створити реєстр на базі офіційних списків адрес, підтвердити правильність

записів та вказати координати будівель. Створення реєстрів полегшить роботу органів місцевого самоврядування, зменшить кількість проблем із даними про адреси та будівлі. Ведення зазначених реєстрів буде відбуватися на основі даних Єдиного державного реєстру адміністративно-територіальних одиниць та територій територіальних громад, Єдиного державного реєстру автомобільних доріг, Єдиного державного реєстру споруд [41].

3.1.3. Охорона навколишнього середовища та НІГД

Враховуючи необхідність формування тематичної складової національної інфраструктури геоданих, потрібно визначити проблеми включення екологічних даних до її складу. Одна з цих проблем полягає у розподілі екологічних та природоохоронних даних між галузевими відомствами, установами та організаціями. Необхідно створити єдині вимоги та стандарти для створення та збереження екологічних даних, і поступово перевести їх на спільну геоінформаційну основу в залежності від форматів та технологій, що застосовуються для базових геопросторових даних. Ще однією проблемою є розробка єдиних вимог та стандартів, які потрібно зробити, формуючи перелік основних тематичних блоків у загальному банку даних екологічної інформації та визначаючи державні органи влади, організації, відомства, відповідальні за наповнення та ведення даних блоків. Важливо включити провідні наукові та освітні установи країни, зокрема ті, що займаються екологічними дослідженнями, у цей процес. Крім того, вимоги до екологічних даних в національній інфраструктурі геоданих мають бути розповсюджені на звітну документацію, що стосується результатів науково-дослідних робіт, зокрема тих, що фінансуються державними коштами. Це дозволить оперативно впроваджувати дані в інфраструктуру геоданих та забезпечити доступ до даних зацікавленим особам, з дотриманням авторських прав [42].

Геопросторові дані повинні бути використані для планування політик і діяльності, що впливають на довкілля, згідно з директивою Європейського

Парламенту і Ради про створення Інфраструктури просторової інформації у Європейському Співтоваристві (INSPIRE). Переважна більшість геопросторової інформації на різних рівнях – це інформація про якість довкілля. Вона є важливою для прийняття рішень, що мають вплив на довкілля. У Законі України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” та “Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних” чітких акцентів щодо важливості геопросторових даних для охорони навколишнього середовища не зазначено, що може призвести до неправильного розуміння мети документів про геопросторові дані та їх використання для захисту довкілля. Насправді ж, зібрані геопросторові дані повинні використовуватися для вироблення правильних оцінок наслідків для довкілля та планування стратегічних екологічних оцінок, оцінки впливу на довкілля та інших проектів [43].

Ведення Державного кадастру природно-заповідного фонду України дозволяє інтегрувати створені дані до Національного геопорталу Інфраструктури геопросторових даних України за допомогою визначених Законом України “Про інфраструктуру геопросторових даних” та Порядком.

3.1.4. Топографічний моніторинг місцевості, його взаємодія з НІГД

У 2019 році Україна започаткувала проект у співпраці з Норвегією під назвою "Карти для сприяння належному управлінню землями в Україні", який складається з трьох компонентів. Перший компонент - створення або оновлення цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 для всієї території України. Другий компонент - створення цілісної Базы Топографічних даних. Третій компонент - створення Геопорталу Основної Державної Топографічної Карти. Метою проекту є створення Основної державної топографічної карти як сукупності взаємопов'язаних структур геопросторових даних у Базі топографічних даних та їх відображення на Геопорталі Основної державної топографічної карти. Це необхідно для забезпечення актуальності єдиної

цифрової топографічної бази, за допомогою топографічного моніторингу місцевості, та для розвитку національної інфраструктури просторових даних в Україні. Розвиток системи топографічного моніторингу місцевості є необхідним. Для забезпечення актуальності даних в Базі топографічних даних необхідно проводити топографічні зйомки згідно з правилами: всі артефактні об'єкти можуть бути введені в експлуатацію лише після виконавчого топографічного знімання та внесення результатів в Базу топографічних даних. Зміни в природніх топографічних об'єктах можуть бути виявлені та внесені у Базу топографічних даних за допомогою Big Data і технологій Crowdsourcing, але тільки після виконавчої топографічної зйомки. Дані про природні топографічні об'єкти повинні оновлюватися не рідше одного разу на 3-5 років. Організація такої системи можлива лише в умовах ефективної взаємодії між учасниками національної інфраструктури геопросторових даних [44].

Після аналізу наземних, дистанційних, open source та crowdsourcing методів збору геопросторових даних, стало очевидним, що діюча нормативна документація в топографо-геодезичній та картографічній галузях застаріла як ідеологічно, так і технологічно. Сучасні методи збирання геопросторових даних розвиваються значно швидше, ніж наявні нормативні документи в Україні. Це дозволить переглянути наявну нормативно-технічну документацію забезпечення топографічного картографування та зробити її більш сучасною відповідно до досягнень геоінформаційних технологій, вимог та потреб суспільства в інформації [33].

Інтеграція даних між наборами даних в ІГД України та Базах топографічних даних різних масштабів може відбуватися за значеннями коду класу, який має бути унікальним. Приклади зв'язків у реєстрах наведені нижче:

1. КАТОТТГ для об'єктів адміністративно-територіального устрою України;
2. Кадастрові номери земельних ділянок – згідно реєстру Державного земельного кадастру;

3. Коди електромереж високої напруги – згідно реєстрів Міністерства енергетики та вугільної промисловості України
4. Лісів та рослинності - за реєстром Лісового кадастру;
5. Коди річок, водойм та водостоків - за класифікатором Водного кадастру;
6. Автошляхи, мости, переїзди, об'єкти залізниці за реєстрами Мінінфраструктури та Укрзалізниці та інше;
7. Будівель та споруд - за відповідними реєстрами містобудівного кадастру чи ЄДЕССБ [45].

3.2. Формування основних проблем, які необхідно вирішити для формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні

3.2.1. Параметри оцінки стану ІГД

Першим кроком у поліпшенні використання ІГД є оцінка їх поточного стану. Якщо цей крок пропустити, будь-які подальші дії можуть привести до втрати вже зроблених інвестицій у ГІС проекти. Оцінка ІГД включає аналіз різних етапів, необхідних для ефективного функціонування ІГД в організації, і допомагає порівняти поточний стан з бажаним результатом. Важливо зберігати попередні інвестиції в просторову інформацію та розробляти майбутній інвестиційний план, щоб забезпечити перехід на вищий рівень використання ІГД. Оцінка ГІС та ІГД допомагає максимізувати їх переваги, забезпечувати стійкість і дотримуватися темпів прогресу в технологіях просторових даних [3].

Здебільшого в державному секторі геоінформаційні ресурси створюються без узгодженої технологічної політики, методичних засад і технічних регламентів. Процеси збирання, вимоги до структури, складу та якості геопросторових даних не координуються, а дані реєструються з використанням різних картографічних джерел, у різних системах координат, у відмінних системах класифікації та з використанням різних програмно-технологічних засобів. Нескоординована діяльність може призвести до неузгодженості

інформаційних потоків та дублюванню затратних і трудомістких топографо-геодезичних і картографічних робіт зі збирання та формування даних, а також до збільшення витрат за зниження якості та цінності інформації як основи функціонування систем інформаційної підтримки ухвалення управлінських рішень [14].

На думку автора дослідження, оцінка стану ІГД України може ґрунтуватися на аналогічних до директиви INSPIRE показниках, зокрема необхідно вимірювати такі показники:

- Наявність метаданих для наборів геопросторових даних і сервісів;
- Відповідність метаданих для наборів геопросторових даних і сервісів правилам реалізації метаданих;
- Географічне охоплення масивів геопросторових даних;
- Відповідність наборів геопросторових даних специфікаціям даних і їх метаданих правилам реалізації метаданих;
- Доступність метаданих для наборів геопросторових даних через сервіси;
- Доступність наборів геопросторових даних через служби перегляду та завантаження;
- Використання веб-служб (зокрема, геопорталу): річна кількість запитів на послуги входу, перегляду, завантаження, перетворення та виклику сервісів;
- Відповідність мережевих послуг правилам реалізації мережевих послуг [46].

Моніторинг стану розвитку ІГД України необхідно проводити за визначеними показниками (вказаними вище чи іншими показниками, які будуть прийняті відповідними нормативно-правовими актами), важливо дотримуватися періодичності (наприклад, формувати щоквартальний звіт про стан розвитку ІГД України).

3.2.2. Відкриті дані

Однією із сучасних тенденцій в сфері ІГД є рух до відкритості даних (Open Data). Причому, це стосується не тільки даних як таких, а також і технологій. Термін “Open SDI” (Відкрита ІГД) використовується для інфраструктур просторових даних, які концептуально відкриті для участі всіх ключових зацікавлених сторін з точки зору як надання відкритих даних, так і управління та впровадження інфраструктури. Розробка та впровадження Відкритої ІГД передбачає не лише забезпечення доступу до даних згідно з принципами відкритих даних, які дозволяють повторне використання інформації, але й відкрите управління інфраструктурою. Це сприяє активній участі не тільки державних, але й приватних суб'єктів у процесі створення та використання геоінформаційних ресурсів. Набір ключових зацікавлених сторін інфраструктури включає громадян, дослідницькі установи, приватні організації та інші підприємства та неурядові суб'єкти [25].

Тенденція до відкриття даних в ІГД задовольняє різні потреби користувачів та організацій та дозволяє виконати такі завдання:

- доступ до авторитетної інформації - просторові дані, що будуть використовуватися організаціями, будуть ґрунтуватися на даних держав чи місцевих органів влади, що забезпечить більшу точність та актуальність даних;
- моделювання певних природних чи антропогенних процесів, шляхом взаємодії між наборами даних про рельєф місцевості та гідрографії може забезпечити моделювання рівнів затоплень на певні ділянки місцевості;
- проведення власних аналізів даних на основі наборів чи сервісів, наприклад аналіз перекриття сільськогосподарських угідь із прибережно-захисною смугою;
- засіб комунікації - на основі наборів даних ІГД журналістами даних можуть бути створені інтерактивні картографічні сторінки - сторімапи («story maps») - за допомогою яких можна легко пояснити суть певної

теми на обраній місцевості із динамічним відображенням об'єктів. Прикладом такої інтерактивної картографічної сторінки з наявністю геопросторових даних наведемо створену сторімапу на тему історії міста Хмельницького, що доступна за посиланням https://texty.org.ua/d/2021/khmelnytskyi_history/ ;

- створення картографічних матеріалів для спортивних цілей - наприклад, дані інфраструктури геопросторових даних (передовсім, місцевого рівня) можуть стати додатковим джерелом даних для формування карт для спортивного орієнтування (зазвичай у даному виді спорту використовуються картографічні матеріали масштабів 1:4000-15:000).

Отже, для формування якісної інфраструктури геопросторових даних України необхідно забезпечувати повноцінний доступ до наборів даних для всіх користувачів. Це може призвести до розвитку нового типу бізнесу, що акцентований на аналізі та обробці геопросторових даних. Також аналогічні дії можуть бути здійснені й на рівні місцевих та державних органів влади при плануванні інфраструктурних проєктів, при створенні нових територій природно-заповідного фонду тощо. Водночас, на думку автора, в період воєнного стану доступ до певних наборів даних (як от об'єкти електроенергетики) доцільно зробити обмеженим.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи магістра:

1. Надано параметри оцінки стану розвитку ІГД різних рівнів в Україні (запропоновано реалізувати показники аналогічні до директиви INSPIRE для повної інтеграції України в дану регіональну ІГД в майбутньому).
2. Проаналізовано досвід формування ІГД в іноземних державах, як от США, Латинської Америки, ЄС, Близького Сходу, Африки. В зазначених регіонах інфраструктури геопросторових даних мають регіональні відмінності та, звісно, відзначається неоднаковий рівень розвитку ІГД проаналізованих держав. Формування ІГД України може спиратися на найкращі практики, здійснені іншими державами.
3. Охарактеризовано етапи формування ІГД України (зокрема, поступовість переходу до концепції ІГД та прийняття Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних”), проаналізовано основні джерела геопросторових даних державного рівня, якими можуть виступати існуючі галузеві кадастри, Ел НАУ, дані Основної державної топографічної карти тощо.
4. Виокремлені основні напрямки (на думку автора), геопросторові дані яких є важливими для забезпечення економічного розвитку України (зокрема, земельна реформа, Адресна Система, напрям охорони довкілля, топографічний моніторинг).
5. Сформовані пропозиції для вирішення проблем щодо розвитку НІГД, зокрема:
 - рух до більшої інтероперабельності даних на різних структурних рівнях;
 - здійснювати впровадження концепції відкритих даних в ІГД;
 - застосовувати краудсорсинговий метод збору даних при формуванні геопросторових наборів даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FGDC.GOV (2000). Federal Geographic Data Committee. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.fgdc.gov/>
2. GSDI Association. (2004). Global Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook, Ver. 2.0. URL: http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/SDI_Cookbook_GSDI_2004_ver2.pdf
3. Ali, M. A. A. (2019). Designing Local Spatial Data Infrastructure Framework for Municipalities (Doctoral dissertation, *University of Salzburg, Austria*).
4. Карпінський, Ю. О., & Лященко, А. А. (2001). Формування національної інфраструктури просторових даних–пріоритетний напрям топографо-геодезичної та картографічної діяльності. *Вісник геодезії та картографії*, (3), 65-74.
5. Rajabifard, A., & Williamson, I. P. (2001, April). Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions. In *Proceedings of GEOMATICS'80 Conference (Vol. 10)*.
6. Karpinskyi, Yurii & Lyashchenko, Anatoliy & Lazorenko, Nadiia & Kin, Danylo & Медвецька, Тетяна & Слобожан, Олександр. (2021). Методичні рекомендації щодо оприлюднення геопросторових даних та метаданих на Національному геопорталі органами місцевого самоврядування. 10.5281/zenodo.5733313.
7. Чабанюк, В. С. (2018). Реляційна картографія: Теорія та практика. Київ: *Інститут географії НАН України*.
8. Бондаренко, Е. Л., & Коренець, О. В. (2010). Інваріантні складові інфраструктур просторових даних для різних територіальних рівнів геоінформаційного картографування. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (11), 30-36..

9. McDougall, K., Rajabifard, A., & Williamson, I. (2005). Understanding the motivations and capacity for SDI development from the local level. *Proc GSDI*, 8.
10. Smit, J., Makanga, P., Lance, K., & de Vries, W. (2009). Exploring relationships between municipal and provincial government SDI implementers in South Africa. *Proceedings of GSDI-11*, 15-19.
11. Tumba, A. G., & Ahmad, A. (2014). Geographic information system and spatial data infrastructure: A developing societies' perception. *Universal Journal of Geoscience*, 2(3), 85-92.
12. Лященко, А., Карпінський, Ю., Гаврилюк, Є., & Черін, А. (2021). Методи та засоби забезпечення інтегруєбельності компонентів національної інфраструктури геопросторових даних. *Містобудування та територіальне планування*, (77), 309-319.
13. Карпінський, Ю., Лященко, А., макаренко, Д., & Черін, А. (2016). національна інфраструктура геопросторових даних України у світовому вимірі: стан та нагальні завдання розвитку і сталого функціонування. *презентація на geoforum*, 13-15. <http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2021/04/15.pdf>
14. Карпінський, Ю. О., & Лященко, А. (2011). Від інфраструктури картографічного виробництва до інфраструктури геопросторових даних. *Розвиток тематичної складової інфраструктури геопросторових даних в Україні*, 39-61.
15. Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних: Постанова Кабінету Міністрів України від 26 трав. 2021 р. № 532. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-п#Text> .
16. Коренець, О. В. (2011). Створення інфраструктур просторових даних для геоінформаційного картографування як актуальне наукове завдання. *Часопис картографії*, (2), 55-62.

17. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13 квітня 2020 р. № 554–IX – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20> .
18. Путренко, В. (2011). Світовий досвід організації тематичної інформації у інфраструктурах геопросторових даних. *Розвиток тематичної складової інфраструктури геопросторових даних в Україні*, 133-139.
19. Grus, L., Crompvoets, J., & Bregt, A. K. (2010). Spatial data infrastructures as complex adaptive systems. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(3), 439-463.
20. Sjoukema, J. W. (2021). Governance dynamics of spatial data infrastructures (Doctoral dissertation, *Wageningen University and Research*).
21. The White House. (1994). Coordinating Geographic Data Acquisition and Access: The National Spatial Data Infrastructure. Executive Order 12906, The President. Federal Register.
22. Hansen, H. S., Hvingel, L., & Schrøder, L. (2013). Open government data—a key element in the digital society. In *Technology-Enabled Innovation for Democracy, Government and Governance: Second Joint International Conference on Electronic Government and the Information Systems Perspective, and Electronic Democracy, EGOVIS/EDEM 2013, Prague, Czech Republic, August 26-28, 2013, Proceedings 2* (pp. 167-180). Springer Berlin Heidelberg.
23. Abdolmajidi, E. (2016). Modeling and improving Spatial Data Infrastructure (SDI) (Doctoral dissertation, Lund University).
24. Mooney, P., & Minghini, M. (2017). A review of OpenStreetMap data. *Mapping and the citizen sensor*, 37-59.
25. Izdebski, W., Zwirowicz-Rutkowska, A., & Nowak da Costa, J. (2021). Open data in spatial data infrastructure: the practices and experiences of Poland. *International Journal of Digital Earth*, 14(11), 1547-1560.
26. Беспалько, Р. І., & Ярова, Ю. О. (2016). Кадастрова система України на шляху до прийняття стандартів ЄС за директивою INSPIRE. *Вісник*

Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, (4 (217)), 43-49.

27. Беспалько, Р. І., & Ярова, Ю. О. (2016). Впровадження інфраструктури геопросторових даних за директивою INSPIRE. *Технічні науки та технології*, (2 (4)), 72-76.

28. Ogunbiyi, J. (2021). Reviewing the status of national spatial data infrastructure: A case study in Southern African Countries [Diploma Thesis, *Technische Universität Wien*]

29. Al Kalbani, K., Abdul Rahman, A., Abulibdeh, A., Sani, M. J., & Rashidan, H. (2022). SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE (SDI) IN OMAN AND QATAR—CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 17-22.

30. Merodio Gómez, P., Pérez García, M., García Seco, G., Ramírez Santiago, A., & Tapia Johnson, C. (2019). The Americas' spatial data infrastructure. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(10), 432.

31. Лященко, А., Карпенко, О., & Черін, А. (2021). ІНФРАСТРУКТУРА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД. *Містобудування та територіальне планування*, (78), 343-355.

32. Карпінський, Ю. О., & Лазоренко-Гевель, Н. Ю. (2018). Застосування топографічних планів в умовах розвитку національної інфраструктури геопросторових даних. *Містобудування та територіальне планування*, (68), 712-724.

33. Карпінський, Ю., & Лазоренко-Гевель, Н. (2018). Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Львів, 35(1), 204-211.

34. Руденко Л.Г., Бочковська А.І. Ресурси Національного атласу України у формуванні геоінформаційного простору держави

35. Стратегія земельної реформи в Україні до 2024 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://voxukraine.org/strategiya-zemelnoyi-reformi-v-ukrayini-do-2024-roku>.
36. Верегін, Г. (1999). Параметри якості даних. Географічні інформаційні системи, 1, 177-189.
37. Ren, L., & Bogdanets, V. Інформація про земельні ресурси в інфраструктурі геопросторових даних. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*, (4), 74-79.
38. Бондаренко, Е., & Смірнов, Я. (2015). Алгоритм геоінформаційного картографування земельних ресурсів Чернівецької області на основі інфраструктур просторових даних. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія*, (1), 59-64.
39. INSPIRE. D2.8.I.5 Data Specification on Addresses – Technical Guidelines [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_AD_v3.0.pdf
40. Шипулін, В. Д. ПРО ПОБУДОВУ ЄДИНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ АДРЕСНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ. *Комунальне господарство міст*, (161), 250-257.
41. Єдиний державний реєстр адрес повинен запрацювати до кінця року. [Електронний ресурс]. URL: https://biz.ligazakon.net/news/209118_diniy-derzhavniy-restr-adres-povinen-zapratsyuvati-do-kntsya-roku (Дата звернення: 01.05.2023 р.).
42. Пересадько В.А., Сінна О.І. Проблеми формування екологічної складової інфраструктури геоданих в Україні. Розвиток тематичної складової інфраструктури геопросторових даних в Україні, 119-121.
43. НАСКІЛЬКИ ПОРЯДОК ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ СПРИЯТИМЕ ОХОРОНІ ДОВКІЛЛЯ? [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<http://epl.org.ua/announces/naskilky-poryadok-funktsionuvannya-natsionalnoyi-infrastruktury-geoprostorovyh-danyh-spryyatyme-ohoroni-dovkillya/>

44. КАРПІНСЬКИЙ, Ю., & ЛАЗОРЕНКО-ГЕВЕЛЬ, Н. А. Д. І. Я. (2020). СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ТОПОГРАФІЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ В НАЦІОНАЛЬНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В УКРАЇНІ.

45. Карпінський, Ю. О. Топографічне картографування в національній інфраструктурі геопросторових даних/Карпінський ЮО Лященко АА Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку.: Збірник наукових праць/-К.: ДНВП “Картографія”, 2008. *Національ не картографування: стан, проблеми та перс пективи розвитку*, 52-60.

46. INSPIRE Monitoring indicators guidelines, Infrastructure for Spatial Information in Europe [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://inspire.ec.europa.eu/documents/inspire-monitoring-indicators-%E2%80%93-guidelines-document-0>