

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

На правах рукопису
УДК 528.48:004

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СЕРВІСИ КАДАСТРОВИХ СИСТЕМ ТА
ІНФРАСТРУКТУРИ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ**

Галузь знань 19 – “Архітектура та будівництво”
Спеціальність 193 – “Геодезія та землеустрій”
Освітня програма – “Землеустрій та кадастр”

Випускна кваліфікаційна робота
магістра студентки другого курсу
Ганіч Олександри Володимирівни

Науковий керівник -
кандидат географічних наук,
доцент кафедри геодезії та картографії
Дудун Тетяна Володимирівна

Допущено до захисту:

Протокол засідання кафедри № ____ від “ ____ ” _____ 2024 року
Завідувач кафедри проф. Даценко Л. М.

Київ – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ КАДАСТРОВИХ СИСТЕМ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ.....	10
1.1 Концепція кадастрових систем. Значення геопросторових даних в ефективному управлінні земельними ресурсами.....	10
1.2 Теоретичні засади інфраструктури геопросторових даних: поняття, структурні компоненти та сфери застосування.....	12
1.3 Нормативно-технічне регулювання та стандартизація інфраструктури просторових даних	15
1.4 Типологія, функціональність та реалізація геоінформаційних сервісів у сервіс-орієнтованій архітектурі ППД	20
Висновки до розділу.....	22
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	24
2.1. Огляд стандартизованих геоінформаційних сервісів ППД	24
2.2 Структура, склад та функції сервісів НІГД	30
2.3 Сервіс-центричний підхід до забезпечення інтеоперабельності в НІГД.....	32
2.4 Досвід розроблення ППД на глобальному та територіальному рівні в зарубіжних країнах.....	35
Висновки до розділу:.....	39
РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ ППД: АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНТЕГРАЦІЇ НА РІЗНИХ РІВНЯХ.....	41
3.1. Аналіз та вибір технологій геоінформаційних сервісів, їх обґрунтування	41
3.2 Порівняльний аналіз геопорталу ППД Німеччини і України	43

3.3 Тестування реалізації та інтеграції геоінформаційного сервісу геопорталу місцевого рівня в програмному середовищі QGIS	64
Висновки до розділу.....	71
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78
ДОДАТКИ.....	82

РЕФЕРАТ

Робота присвячена дослідженню та порівняльному аналізу геоінформаційних сервісів кадастрових систем та інфраструктури геопросторових даних на прикладі національних геопорталів Німеччини та України.

У теоретичній частині розкривається сутність інфраструктури геопросторових даних (ІПД), її компоненти, нормативно-технічні засади, роль стандартизації геопросторових даних у розвитку сучасної багатоцільової ІПД та класифікація, функціональність геоінформаційних сервісів у сервіс-орієнтованій архітектурі ІПД.

Проаналізовано сучасний стан та перспективи розвитку геоінформаційних сервісів ІПД, зокрема структуру та функції сервісів Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) України. Систематизовано вітчизняний та зарубіжний досвід розвитку інфраструктури геопросторових даних на глобальному, національному та місцевому рівнях.

У практичній частині здійснено аналіз та вибір технологій для розробки геоінформаційних сервісів, протестовано реалізацію стандартизованого WMS-сервісу на прикладі геопорталу м. Штутгарт в середовищі QGIS.

Проведено ґрунтовний порівняльний аналіз геопорталів Німеччини та України, їх функціоналу, архітектури, складу геопросторових даних та сервісів. Визначено переваги та недоліки НІГД України, напрямки її вдосконалення.

На основі аналізу нормативно-технічного регулювання ІПД, міжнародних стандартів зроблено висновки про необхідність впровадження принципів і методологій, що пропонують міжнародні політики з метою подальшої інтеграції на міжнародному рівні. Верифікація і підвищення якості даних на національному, регіональному і місцевому рівнях до рівня INSPIRE та IGIF вирішує питання обміну даними з державами усього світу.

Зазначено, що НІГД в Україні наразі перебуває на стадії активного розвитку та модернізації та визначено перспективні напрямки її вдосконалення: повна імплементація передового міжнародного досвіду та найкращих практик розбудови ПІД відповідно до вимог директиви INSPIRE, стандартів ISO та специфікацій Відкритого геопросторового консорціуму (OGC); забезпечення повної інтероперабельності та сумісності геопросторових даних і геоінформаційних сервісів різних виробників шляхом суворого дотримання міжнародних стандартів на всіх рівнях НІГД; подальша стандартизація та уніфікація геоінформаційних сервісів геопорталів різних територіальних рівнів для зручного доступу, пошуку, візуалізації та обміну геопросторовими даними; впровадження новітніх технологій, зокрема хмарних сервісів та штучного інтелекту (ШІ), для зберігання, опрацювання та аналізу великих обсягів геопросторових даних; розширення функціоналу національного та регіональних геопорталів, вдосконалення можливостей візуалізації, аналітичних інструментів, створення мобільних версій; проведення інформаційних кампаній, навчання держслужбовців і представників місцевих органів влади для заохочення підключення до НІГД та дотримання стандартів; налагодження партнерства між державними органами та приватним сектором для сумісного розвитку й ефективного використання НІГД; адаптація та налаштування НІГД України для подальшої інтеграції з міжнародними інфраструктурами геопросторових даних у рамках процесів євроінтеграції.

Ключові слова: національна інфраструктура геопросторових даних, кадастрова система, геоінформаційний сервіс, сервіс-орієнтована архітектура, геопортал, стандартизація, інтероперабельність.

ВСТУП

Актуальність теми. Зростаючі потреби у сфері управління земельними ресурсами, планування територіального розвитку та екологічної безпеки вимагають інтеграцію розрізнених ГІС-систем в єдину систему. У цьому контексті інфраструктура просторових даних (ІПД) відіграє ключову роль у наданні, зберіганні, аналізі та візуалізації точної, актуальної та доступної геопросторової інформації, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо землекористування, оптимізації просторового планування та моніторингу навколишнього середовища.

Однак успішне впровадження кадастрових систем та ІПД значною мірою залежить від сервісно-орієнтованої архітектури, де геоінформаційний сервіс відповідає за ефективність їх функціонування через інтеграцію, обробку та розподіл геопросторових даних між різними користувачами та системами. Стандартизовані геоінформаційні сервіси сприяють інтероперабельності, прозорості та відкритості інформації, зменшують дублювання зусиль і забезпечують більш ефективне використання геопросторових даних.

Метою роботи є дослідження та порівняльний аналіз національних геопорталів Німеччини та України та їх геоінформаційних сервісів.

Основними завданнями дослідження є:

- розкрити сутність, мету діяльності та основні компоненти інфраструктури геопросторових даних;
- визначити нормативно-технічне регулювання та стандартизацію інфраструктури просторових даних;
- охарактеризувати сервіс-центричний підхід до забезпечення інтероперабельності в НІГД;
- дослідити склад, структуру та функції геоінформаційних сервісів ІПД;
- систематизувати вітчизняний та зарубіжний досвід розвитку ІПД на глобальному, національному та місцевому рівнях;

- визначити типологію, функціональність та реалізацію геоінформаційних сервісів у сервіс-орієнтованій архітектурі ІІД
- протестувати реалізацію та інтеграцію геоінформаційного сервісу геопорталу місцевого рівня в середовищі QGIS;
- провести порівняльний аналіз геопорталів Німеччини та України та їх геоінформаційних сервісів;

Об'єктом дослідження є геоінформаційні сервіси кадастрових систем України та Німеччини.

Предметом дослідження є функціональні можливості, архітектура та технології розробки геоінформаційних сервісів у складі національних геопорталів як ключових компонентів інфраструктур геопросторових даних Німеччини та України.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що впровадження стандартизованих геоінформаційних сервісів усіма геопорталами мережі ІІД забезпечить інтероперабельність та підвищення якості даних, уніфікований доступ та ефективний обмін даними.

Методи дослідження. У процесі написання роботи використовувався історичний метод – для характеристики розвитку кадастрових систем, а також метод аналізу нормативно-правових актів, стандартів, директив і технічних умов, що регулюють розроблення та функціонування ІІД, зокрема сферу геоінформаційних послуг. Метод системного аналізу застосовано для дослідження структурних компонентів інфраструктури геопросторових даних. За методом класифікації визначено типи геоінформаційних сервісів, їх функціональні можливості та способи реалізації в архітектурі інфраструктури просторових даних. Метод порівняльного аналізу використано для порівняння національних геопорталів Німеччини та України. Метод узагальнення на основі вивчення даних, інструментів та сервісів українських та німецьких геопорталів дозволив зробити загальні висновки щодо їх функціональності, даних та способів реалізації.

Джерелами дослідження є: закони України, технічні регламенти та стандарти в сфері НІГД, офіційні дані Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру, публікації щодо розвитку, функціонування НІГД, інформаційні ресурси мережі Інтернет, результати власних наукових досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів забезпечується наступними положеннями:

– удосконалено розуміння ролі стандартизованих геоінформаційних сервісів у забезпеченні інтероперабельності та ефективного обміну просторовими даними в інфраструктурі просторових даних шляхом аналізу відповідності сервісів Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) міжнародним стандартам

– уточнено функціональні та архітектурні вимоги до геоінформаційних сервісів у контексті інфраструктури просторових даних на основі порівняльного аналізу геопорталів і їх сервісів Німеччини та України;

– набуло подальшого розвитку обґрунтування необхідності впровадження єдиних стандартів до геоінформаційних сервісів на національному та регіональному рівнях задля підвищення якості та інтероперабельності геопросторових даних;

– здійснено комплексний порівняльний аналіз архітектури, компонентів, функціональних можливостей та рівня розвитку національних геопорталів України та Німеччини як ключових елементів відповідних національних інфраструктур геопросторових даних. Підтверджено необхідність подальшого впровадження в Україні кращих світових практик побудови ІПД, зокрема стандартизації геоінформаційних сервісів відповідно до вимог OGC та INSPIRE, удосконалення функцій візуалізації, пошуку та завантаження, створення мобільної версії порталу та забезпечення високої якості метаданих. Визначено ключові напрями розвитку вітчизняної НІГД.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання результатів дослідження органами державної влади, органами

місцевого самоврядування, науковими та проектними організаціями для удосконалення Національної інфраструктури геопросторових даних України шляхом:

- удосконалення функціоналу національного геопорталу та регіональних геопорталів для забезпечення зручного доступу, візуалізації та обміну геопросторовими даними;

- розробка методичних рекомендацій щодо модернізації НІГД та вдосконалення функціонування геоінформаційних сервісів геопорталів різних територіальних рівнів;

- підвищення рівня інтероперабельності та сумісності просторових даних різних держателів та виробників на основі дотримання міжнародних стандартів.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний текст роботи становить 85 стр.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ КАДАСТРОВИХ СИСТЕМ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

1.1 Концепція кадастрових систем. Значення геопросторових даних в ефективному управлінні земельними ресурсами

Кадастрові системи є основою та невід'ємним компонентом земельних інформаційних систем, що базуються на земельних ділянках і містять записи про права на землю. Ці системи є центральним компонентом систем управління земельними ресурсами та землеустрою в державі або юрисдикції.

Сучасні кадастри розвинулися з європейських кадастрів 18-19 століть, основний вплив на які мали французький кадастр Наполеона та кадастр Марії-Терезії, запроваджений Австро - Угорською монархією [27]. На сьогоднішній день практично кожна країна світу приймає і застосовує кадастрові принципи до своїх систем управління земельними ресурсами з метою підтримки економічного розвитку, соціальної стабільності та ефективного управління навколишнім середовищем.

Концепція кадастрової системи охоплює широкий спектр правових, технічних, адміністративних та інституційних можливостей, забезпечуючи гнучкість у реєстрації різних форм землеволодіння, від приватних до комунальних, підкреслюючи важливість захисту прав на землю та уможливлуючи ефективні операції з правами на землю.

За Богорською декларацією Організації Об'єднаних Націй, 1996 кадастрова система повинна бути: простою та ефективною; бути адаптованою до рівня зростання чисельності населення та розмаїття етнічних груп; забезпечувати вільний доступ до землі, захист прав власності на землю; містити великий масив інформації; включати всі державні та приватні землі; бути частиною Національної інфраструктури просторових даних.

У загальному сенсі кадастр розглядається як упорядкована геоінформаційна система про правове, природне, господарське, економічне

та просторове положення об'єктів, що підлягають обліку в системі відповідного рівня управління [8].

Нині процес реформування кадастрів ґрунтується на широкому залученні геоінформаційних систем і технологій та цифрових моделей і методів збирання, накопичення та використання кадастрових даних. Кадастри повинні будуватись за архітектурою відкритих систем з чітко визначеними уніфікованими структурними компонентами, програмними сервісами зі стандартизованими інтерфейсами взаємодії та наборами вхідних і вихідних електронних документів.

Сучасні кадастрові системи повинні бути багатоцільовими і базуватися на принципах інтеперабельності, інтеграції, масштабованості, багатовекторності та розподіленості. Перші три принципи продиктовані вимогами до розширеного змісту кадастрових даних, що задовольняє їх міжгалузеве використання, а також визначає основний спосіб їх ефективного оновлення. Кадастрові дані базуються на інформації з первинних джерел, підготовлених установами, відповідальними за створення та надання певних інформаційних ресурсів, що входять до складу кадастрових даних, наприклад: топографічні карти, реєстри фізичних та юридичних осіб, адресні реєстри, реєстри містобудівних зон та інших обмежень. Решту принципів можна віднести до групи технологічного забезпечення реалізації багатоцільового кадастру як розподіленої мережі інформаційних систем, що інтегрує дані з різних джерел на основі використання однорідних систем за архітектурою, інформаційним забезпеченням та інтеперабельністю.

Зі збільшенням прав та обов'язків, пов'язаних із землею, доцільно мати ефективні засоби запису та реєстрації інформаційної системи як основи для прийняття обґрунтованих рішень. Сучасні кадастрові системи створюються і використовуються як узагальнені графічні та автоматизовані атрибутивні інформаційні системи з просторовою локалізацією даних на єдиній просторовій (геодезичній) основі. Накопичення всіх видів інформаційних ресурсів, насамперед просторових даних, в єдиному інформаційному

середовищі для багатоцільового використання та оптимізації управлінських рішень на всіх рівнях спонукає до створення інфраструктури просторових даних, центральним і ключовим компонентом якої є кадастр.

1.2 Теоретичні засади інфраструктури геопросторових даних: поняття, структурні компоненти та сфери застосування

За Директивою Європейського Союзу INSPIRE інфраструктура геопросторових даних означає метадані, набори геопросторових даних і сервіси просторових даних; мережеві сервіси і технології; домовленості про спільне користування, доступ і використання; а також механізми координування та моніторингу, процеси і процедури, які встановлені, експлуатуються або надаються [1].

Інфраструктура геопросторових даних полегшує виявлення, доступ, управління, розповсюдження, повторне використання та збереження цифрових геопросторових ресурсів. Ці ресурси включають карти, дані, геоінформаційні сервіси та інструменти.

Створення інфраструктури геопросторових даних, метою якої є забезпечення стандартизованого доступу до геоінформаційних ресурсів стало ключем до вирішення проблем пошуку даних, зменшення надлишковості даних і зайвих зусиль зі збору дубльованих геопросторових даних через обмін даними між державними установами на одній платформі. З точки зору співвідношення витрат і вигод, ІПД дозволяє збирати геопросторові дані один раз і використовувати їх багаторазово в різних додатках. ІПД – це важливий елемент електронного урядування, що сприяє підвищенню прозорості урядової діяльності, зменшенню часу для вирішення прикладних задач та розширенню участі громадськості.

Інфраструктура просторових даних створюється, експлуатується та розвивається відповідно до принципів: релевантності, надійності, повноти, точності та відповідності геопросторових даних; забезпечення функції

інтероперабельності, інноваційності та безперервності геопросторових даних, отриманих з різних джерел; відкритості геопросторових даних та метаданих.

ПД складається з багатьох компонентів, де основним є геопросторові дані з поділом на власне геопросторові дані, специфікації до них та метадані. Інваріантними складовими інфраструктури геопросторових даних будь-якого рівня є: законодавча та нормативно-правова база; базові та тематичні геопросторові дані; специфікації, стандарти та технічні регламенти на дані, метадані та геоінформаційні сервіси; метадані та каталоги метаданих для забезпечення пошуку і доступу до геопросторових даних; мережні та геоінформаційні сервіси, що забезпечують виявлення, доступ та використання наборів геопросторових даних, розміщених на геопорталах держателів даних. Окрім цифрових геопросторових ресурсів, для належного функціонування ІГД потрібні апаратне та програмне забезпечення, люди, організації, стандарти, політика та багато іншого. Побудова ІГД також потребує ефективної комунікації між громадами та переговорів між організаціями і навіть країнами для досягнення домовленостей.

Трьома ключовими компонентами типової організаційно-технологічної основи функціонування інфраструктури геопросторових даних є: геопортали, метадані та геоінформаційні сервіси.

Геопортали – це веб-шлюзи, комплекс програмно-технічних засобів, мережних сервісів та сервісів геопросторових даних, що взаємодіють в мережі Інтернет та забезпечують універсальний доступ до геопросторових ресурсів [1]. Геопортали є, найбільш помітною частиною ПД, оскільки вони є основними інтерфейсами, за допомогою яких люди можуть шукати і знаходити геопросторові дані.

Органи державної влади, місцевого самоврядування, окремі галузі економіки та суб'єкти господарювання забезпечуються геопросторовими даними за допомогою створення та розвитку відповідних порталів геопросторових даних за територіальною (обласні, міські, районні) або галузевою (кадастрові, екологічні, транспортно-навігаційні) ознакою.

Геопортали зазвичай розробляються з використанням веб-технологій та готових ГІС-пакетів програмного забезпечення. Система управління базами даних (СУБД) використовується для зберігання та управління метаданими геопросторових ресурсів, що містяться в ІГД. Веб-інтерфейс, який часто містить карту, дозволяє кінцевим користувачам взаємодіяти з системою і здійснювати пошук. Під час пошуку на веб-сервер, на якому розміщено геопортал, надсилається запит за протоколом НТТР (Hypertext Transmission Protocol). Після запиту метаданих, що зберігаються в базі даних, геопортал надсилає результат клієнту у вигляді НТТР-відповіді. Геопортали, як правило, призначені для використання як професіоналами ГІС, так і широкою громадськістю.

Метадані містять документацію геопросторові дані та сервіси, що надають можливість для їх пошуку та використання [1]. Метадані часто називають даними про дані і включають таку довідкову інформацію, як назви, описи, категорії даних, якість і склад, місця і час збору даних, використані системи координат і картографічні проекції, а також процедури очищення і обробки даних. Метадані також можна використовувати для опису геопросторових сервісів, надаючи інформацію про дані та функції, що пропонуються сервісами, вхідні та вихідні дані, розробників, час розробки. Тобто, метадані стосуються всіх аспектів цифрових геопросторових ресурсів.

Специфікація геопросторових даних містить докладний опис структури і змісту набору даних, вимоги до метаданих та якості даних відповідно до технічних регламентів та міжнародних стандартів.

Метадані є фундаментально важливими для ІГД. Коли дані і сервіси залишають свій початковий контекст виробництва даних і інтегруються в ІГД, метадані надають первинну інформацію, на основі якої користувачі ГІС можуть розуміти і використовувати цифрові геопросторові ресурси. Без метаданих або з погано розробленими метаданими повторне використання даних і послуг є дуже складним, якщо не неможливим. Якість метаданих також визначає результат пошуку ресурсів. Багато геопорталів оцінюють

відповідність геопросторових ресурсів запитам користувачів на основі інформації, що міститься в їхніх метаданих. Повні і точні метадані дозволяють геопорталам знаходити і ранжувати геопросторові ресурси на основі місцезнаходження, часу, тематичних атрибутів, типів даних, років публікації, збирачів даних і багатьох інших умов, явно або неявно зазначених у запитах користувачів. Для забезпечення якості метаданих встановлюються стандарти, які визначають необхідні елементи, що мають бути включені до метаданих (ДОДАТОК А).

Отже, за допомогою використання метаданих виконуються завдання з організації та пошуку даних, збільшується продуктивність, реалізовується безпека даних, вивчаються потреби користувача та забезпечується інтеграція різнорідних геопросторових даних в одну геоінформаційну систему.

Взаємодія інформації в мережі геопорталів реалізується на основі спеціальних геоінформаційних сервісів, які підтримують федерацію систем баз геопросторових даних, що можуть бути географічно децентралізованими, але об'єднаними в єдину мережу. Геоінформаційний сервіс як веб-сервіс забезпечує обробку геопросторових даних і метаданих, візуалізацію та управління ними, а також функції просторового аналізу через геопортал на основі стандарту Відкритого геопросторового консорціуму OGC.

Доступ до геопросторових даних на геопорталі забезпечується через: веб-сервіси геопросторових об'єктів WFS, веб-сервіси географічних назв WGS, веб-сервіси покриття WCS, веб-сервіс опрацювання геопросторових даних WPS.

1.3 Нормативно-технічне регулювання та стандартизація інфраструктури просторових даних

З метою забезпечення інтероперабельності та максимізації цінності геопросторових даних інфраструктура просторових даних будується на дотриманні єдиних вимог технічних регламентів і стандартів. Стандарти

географічної інформації є ключовими компонентами сучасних геоінформаційних технологій та інфраструктур геопросторових даних.

Стандартизація даних в національних інфраструктурах геопросторових даних практично всіх країн світу ґрунтується на комплексі міжнародних стандартів ISO 19100 – “Географічна інформація/геоматика”, що розробляються Технічним комітетом ISO/TC211, та на специфікаціях Open Geospatial Consortium (OGC).

Комплекс міжнародних стандартів ISO19100 спрямована на створення структурованого набору стандартів для інформації, що стосується об'єктів або явищ, які прямо чи опосередковано пов'язані з місцем розташування відносно Землі. Ці стандарти можуть визначати для географічної інформації, методи, інструменти та послуги для управління даними, отримання, обробки, аналізу, доступу, представлення та передачі таких даних у цифровій/електронній формі між різними користувачами, системами та локаціями.

Специфікації Відкритого геопросторового консорціуму OGC розроблені на основі консенсусу і підтримані урядами та організаціями по всьому світу, забезпечують стабільну платформу, на якій будуються геопросторові інновації. Вони визначають інтегровані підходи до кодування даних, доступу до даних, обробки даних, візуалізації даних, метаданих та послуг каталогів.

Понад 30 стандартів OGC детально описують сервіс-орієнтовану архітектуру та визначають інтерфейси і протоколи взаємодії основних геоінформаційних сервісів, необхідних для виявлення, доступу, використання та обробки геопросторових даних за допомогою веб-технологій та серверів баз геоданих [9].

У травні 2007 року набула чинності Директива Європейського Парламенту та Ради про створення інфраструктури просторової інформації в Європейському Співтоваристві (INSPIRE). Директива встановлює загальні правила для сумісного використання та обміну просторовими даними по всій

Європі в рамках ширшої Європейської системи інтероперабельності та Плану дій з електронного урядування, що сприяє реалізації Єдиного цифрового ринку.

INSPIRE базується на інфраструктурах просторової інформації, створених і експлуатованих 27 державами-членами Європейського Союзу. Директива охоплює 34 теми геопросторових даних, метаданих і геосервісів, необхідних для природоохоронних застосувань, а ключові компоненти визначені через технічні правила реалізації – серію стандартів ISO 19100 та консорціуму OGC. Це робить INSPIRE унікальним прикладом законодавчого “регіонального” підходу.

Стандартизація геопросторової інформації в рамках Ініціативи INSPIRE зробить її доступною для сталого розвитку, державного управління, громадської безпеки та прийняття рішень у сфері охорони довкілля. Єдиний підхід до просторової інформації дає можливість урядам, організаціям та громадянам розробляти змістовну та всеохоплюючу екологічну політику.

Європейська директива INSPIRE керується п'ятьма загальними принципами, які, в кінцевому рахунку, спрямовані на те, щоб зробити просторові дані максимально корисними. Дані INSPIRE – це прозорість, доступність, підзвітність, масштабованість та надійність. Геопросторові дані повинні бути структурованими та легко поєднуватись, регулярно оновлюватись та використовуватись у різних сферах, а метадані – формалізовані та встановлені за стандартом [25].

Ініціатива INSPIRE є прикладом відкритого стандарту для даних. Тобто, це формальна, опублікована специфікація для моделі даних та сервісів. Важливо, що вона не залежить від будь-якої платформи і може бути використана будь-ким. Геопросторові дані INSPIRE не обмежуються єдиним, визначеним форматом даних всередині себе. Це дорожня карта для метаданих, інтероперабельності, мережевих сервісів, обміну, моніторингу, звітності та моделі даних. Завдяки участі у відкритих стандартах дані стають

інтероперабельними і доступними для багатьох систем. Це заохочує співпрацю і гарантує, що дані відповідають очікуваному рівню якості [17].

У липні 2011 року Економічна і Соціальна Рада Організації Об'єднаних Націй (ЕКОСОП) створила Комітет експертів Організації Об'єднаних Націй з управління глобальною геопросторовою інформацією (UN-GGIM). Робоча група Комітету розглядає ІПД як ключовий засіб підтримки сталого розвитку і розробляє рекомендації та керівні матеріали для зміцнення механізмів управління геопросторовою інформацією, принципів і стандартів для забезпечення інтероперабельності геопросторових даних. Однією з цілей UN-GGIM є подолання “геопросторового розриву” у використанні географічної інформації в країнах, що розвиваються, та країнах з перехідною економікою порівняно з розвиненими країнами в контексті цілей сталого розвитку [10].

Діяльність міжнародної організації - Консорціуму Всесвітньої павутини (W3C) направлена на забезпечення сумісності веб-сайтів та додатків, розкриття потенціалу Всесвітньої павутини для її довгострокового розвитку шляхом розробки та підтримки стандартів (HTML, XML, CSS, SVG, RSS, WCAG), технічних специфікацій, створення тестових сутів та програм-валідаторів для перевірки реалізації стандартів, захист прав користувачів.

В Україні НІГД формується та розвивається на засадах Директиви INSPIRE, стандартів ISO 19100 та специфікаціях OGC. Законодавство України в сфері національної інфраструктури геопросторових даних представлене:

1. Закон України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних”.

2. Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних, затверджений постановою Кабінетом Міністрів від 26 травня 2021 за № 532.

3. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 року № 347 зареєстрований в Міністерстві юстиції України

12 січня 2022 р. за № 21/37357 “Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних” до яких увійшли:

- Технічні вимоги до метаданих для наборів геопросторових даних і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних;

- Технічні вимоги до специфікацій геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних;

- Технічні вимоги до геоінформаційних сервісів геопорталів національної інфраструктури геопросторових даних;

- Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів.

За Звітом OGC та Natural Resources Canada “Модернізація ІПД: забезпечення оперативної сумісності даних для регіональних оцінок та кумулятивних ефектів CDS” розроблено основні рекомендації щодо розвитку ІПД та покращення її застосування [20].

Успішна модернізація ІПД повинна керуватися принципами обміну даними за “FAIR”, тобто ці дані є доступними, сумісними і такими, що дозволяють їх легальне багаторазове використання та спрощують пошук інформації.

В сучасній стандартизованій ІПД дані повинні бути: відшукуваними, тобто мати постійний ідентифікатор, описуватись цілісними метаданами; інтероперабельними – використовувати формальну, доступну, загальну та широкоживану мову та включати кваліфіковані посилання на інші дані (метадані); доступними – їх можна знайти за стандартизованим, відкритим протоколом зв’язку, а метадані залишаються в доступі навіть за відсутності даних та багаторазовими, тобто дані та метадані видаються за ліцензією, відповідають доменним стандартам спільноти і пов’язані з їх походженням.

Для виконання цих цілей ІПД вимагає продовження та збільшення використання OGC та інших відкритих стандартів. Адже активно йде робота

над розробкою та вдосконаленням еталонної архітектури ПІД шляхом побудови стратегії комунікацій для посилення міждомінного співробітництва в розвитку модернізації ПІД.

Сервіс-орієнтована архітектура (SOA) є архітектурою програмного забезпечення, призначеною для реалізації інтероперабельності. Веб-сервіси виступають найкращим способом реалізації SOA. Однак, реалізація SDI з використанням технологій веб-сервісів все ще не досягнута через відсутність загальної структури, яка визначає технічну інфраструктуру інтероперабельності SDI на основі SOA. Технологія веб-сервісів все ще розвивається, і існує безліч проблем, які необхідно вирішити. Тому на сьогоднішній день SDI реалізуються за допомогою портальної технології, яка відповідає формі "людино-орієнтованого Інтернету". Пошук просторових даних і сервісів, а також розробка нових додатків є дуже складним і клопітким завданням в Ініціативі розвитку, яка була реалізована з використанням портальної технології. Портал - це придатна технологія для надання користувачам конкретних, заздалегідь визначених додатків. Тому портали є тісно пов'язаними системами. Сьогодні у світі проводяться важливі дослідження веб-сервісів і семантичного павутиння. Використання портальної технології є доцільним до тих пір, поки не буде розроблено фреймворк на основі веб-сервісів і семантичного вебу.

1.4 Типологія, функціональність та реалізація геоінформаційних сервісів у сервіс-орієнтованій архітектурі ПІД

Забезпечення функцій оприлюднення, відображення та доступу до геопросторових даних та метаданих в інфраструктурі просторових даних покладено на мережу геопорталів, де інформаційна взаємодія здійснюється на основі геоінформаційних сервісів.

Сервіс – це програмна функція або набір програмних функцій, за допомогою яких надається можливість здійснювати пошук, перегляд, доступ, завантаження, перетворення геопросторових даних та метаданих [1].

Сервіс-орієнтована архітектура (SOA) – це стиль проектування програмного забезпечення, де сервіси надаються іншим компонентам за допомогою компонентів додатків комунікаційним протоколом через мережу.

Загалом система сервісів при відкритті геопросторових ресурсів працює за ланцюжком “опублікуй - знайди - прив'яжи”, в якій: провайдери публікують метадані своїх даних і послуг на геопорталі; користувачі здійснюють пошук на геопорталі і потенційно знаходять дані; користувачі споживають дані і послуги від провайдерів (рис. 1).

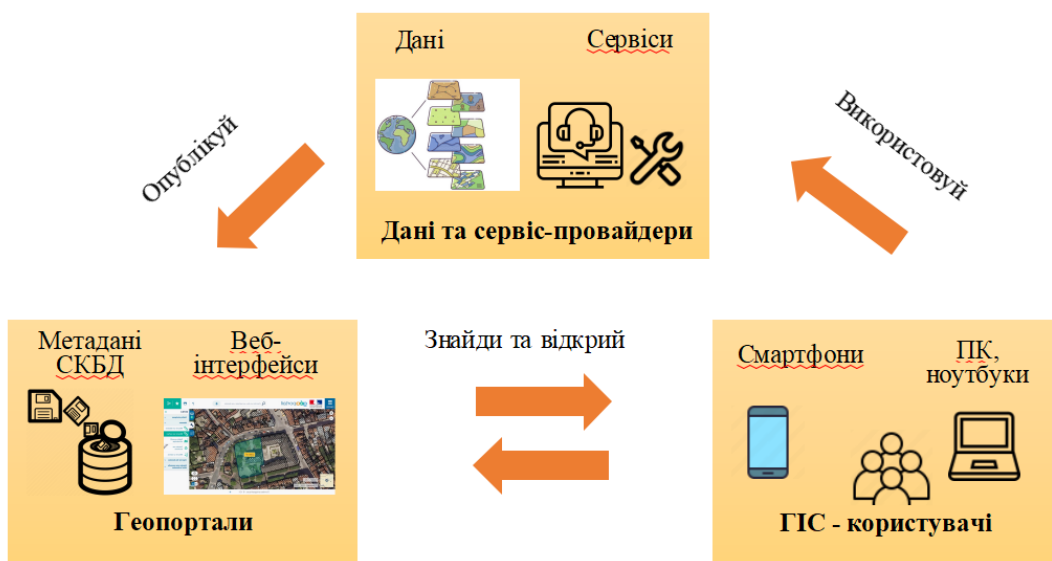


Рис. 1 Ключові компоненти SDI в схемі “опублікуй-знайди-зв'яжи”,
<https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/spatial-data-infrastructures>.

Геоінформаційний сервіс – це спеціалізований веб-сервіс, що надається геопорталом через інтерфейс прикладного програмування (API) на основі стандарту Open GIS Consortium (OGC) для перетворення, управління або відображення геопросторових даних або метаданих [3].

За розширеною моделлю еталонної архітектури доступ до наборів геопросторових даних і метаданих надається з використанням внутрішніх, додаткових та зовнішніх геоінформаційних сервісів геопорталу. Зовнішні сервіси дозволяють розподілено зберігати та обслуговувати геопросторові

дані, водночас вони підтримуючи централізований доступ до них з геопорталу за технологією шлюзування та зв'язування геоінформаційних сервісів.

Основні специфікації OGC для геоінформаційних сервісів складають методичну основу для уніфікації структури геопросторових даних, методів і засобів досягнення їх сумісності та взаємодії як між учасниками, так і між програмно-технологічними компонентами інфраструктури. Для кожного типу геоінформаційних сервісів за стандартами OGC визначається окрема специфікація – набір поіменованих операцій з параметрами та діями щодо перетворення даних або запиту, які будуть викликані сервісом до виконання. В цій системі функціонують наступні типи сервісів: WMS, WMTS, WMC – для перегляду даних; WPS, WPCS – для їх трансформації; WCS, WFS – для завантаження та CSW – для виявлення геопросторових даних.

За допомогою веб-клієнта геоінформаційної служби – програмного інструмента геопорталу, виконується підтримка графічного інтерфейсу користувача в середовищі веб-браузера на стороні клієнта для створення, передачі запитів та відображення відповідей до геоінформаційної служби геопорталу.

Висновки до розділу

Завершуючи даний розділ, зробимо загальні висновки:

1. Акумуляція всіх видів інформаційних ресурсів, в першу чергу просторових даних в єдине інформаційне середовище для їх багатоцільового використання та оптимізації управлінських рішень на всіх рівнях спонукає до створення інфраструктури просторових даних, де кадастр виступає її центральним та ключовим компонентом.

2. Розвиток національної інфраструктури геопросторових даних висуває нові вимоги до формування цифрових карт, що характеризує перехід від картографічного підходу до геоінформаційного. Інфраструктура геопросторових даних полегшує виявлення, доступ, управління,

розповсюдження, повторне використання та збереження цифрових геопросторових ресурсів.

3. Різні стандарти, формати, мови і закони - це лише деякі з перешкод, які заважають вільному обміну інформацією. Доступні та придатні для використання просторові дані мають вирішальне значення для розробки політики, яка може вирішити складнощі взаємопов'язаного середовища. Тому стандартизація географічної інформації є ключем до забезпечення інтероперабельності даних інфраструктури геопросторових даних. Стандартизація в національних інфраструктурах геопросторових даних майже всіх країн базується на наборі міжнародних стандартів ISO 19100, специфікаціях Відкритого геопросторового консорціуму (Open Geospatial Consortium, OGC) та Директиві INSPIRE.

4. Відокремлення геоінформаційних сервісів у системі сервіс-орієнтованої архітектури від загального набору сервісів інформаційних технологій визначає специфічні можливості маніпулювання, перетворення, зберігання та обміну географічною інформацією. Архітектурна еталонна модель визначає загальні типи інтерфейсів, які використовують геоінформаційні сервіси для доступу до них, а також метод встановлення вимог до стандартизації цих інтерфейсів. Мета методу – спрямувати стандартизацію географічної інформації на реалізацію інтероперабельності геоінформаційних систем у розподілених обчислювальних середовищах.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

2.1. Огляд стандартизованих геоінформаційних сервісів ІІД

Геоінформаційні сервіси забезпечують взаємодію завдяки наборам відкритих протоколів і стандартів, які використовуються при обміні даними. Веб-сервіси використовують три способи комунікацій: SOAP ((Simple Object Access Protocol), REST(Representational State Transfer) і XML-RPC (XML Remote Procedure Call).

Стандарти OGC мають найбільше практичне значення в розробці геоінформаційних сервісів, оскільки вони детально описують інтерфейси та на основі XML (eXtensible Markup Language) кодують дані, правила та функції у форматі, який можна читати як людиною, так і машиною для забезпечення їх технічної інтероперабельності.

Робота OGC веб - сервісів здійснюється в чотири етапи:

- клієнт зв'язується з сервером із запитом про його функціональність;
- сервер відправляє клієнту XML документ, що містить можливості підтримуваного сервісу;
- клієнт запитує дані у сервера;
- сервер надає необхідну інформацію.

Геоінформаційні сервіси з API інтерфейсами розроблені за стандартами OGC та ISO TC 211 включають наступні види сервісів.

Веб-сервіс каталогу метаданих CSW (Catalogue Services for the Web) – це геоінформаційний сервіс, який надає доступ до каталогу метаданих геоінформаційних ресурсів (наборів просторових даних і геоінформаційних серверів) [9]. CSW є частиною служби каталогів OGC, яка визначає спільні інтерфейси для пошуку, перегляду, запитів і прив'язки метаданих про набори даних, сервіси та інші потенційні ресурси в інформаційному співтоваристві. Метадані діють як узагальнені властивості, які можна запитувати та

втягувати через службу каталогів, щоб оцінити ресурси та, у багатьох випадках, викликати або знайти ресурс, на який посилаються. Сервіси каталогів підтримують використання однієї з кількох визначених мов запитів для пошуку та повернення результатів, використовуючи відомі кодування та моделі вмісту (схеми метаданих) [21].

Сервіс CSW зберігає опубліковані метадані в каталозі метаданих, який реалізовано за допомогою різних технологій зберігання, таких як реляційні бази даних, сховища XML або інші підходи. Запити на пошук метаданих формулюються за допомогою операцій, визначених стандартом CSW, таких як GetCapabilities, GetRecords, GetDomain і GetRecordById [22]. Параметр «service» використовується для вказівки, що запит є запитом CSW і має бути включений до всіх запитів CSW, крім GetCapabilities. Запити можуть містити такі критерії пошуку, як ключові слова, географічний регіон, тема, формат даних тощо.

Каталог надає гнучку веб-службу реєстру для пошуку, доступу та керування описами ресурсів у відкритій розподіленій системі, що дозволяє клієнтам отримувати сервісні можливості, інформаційні моделі, шукати в реєстрі, отримувати елементи та описувати домени значень.

Після обробки запиту результат генерується у формі метаданих, які відповідають критеріям пошуку та можуть бути представлені в таких форматах, як XML, HTML або інших, визначених специфікацією CSW. Результати можуть містити посилання на самі геопросторові дані або на сервіси, описані в метаданих.

Завдяки стандартизованому інтерфейсу та протоколу взаємодії, сервіс CSW дозволяє різним системам публікувати, шукати та отримувати метадані про геопросторові дані та сервіси, сприяючи їх відкритості, інтероперабельності та ефективному використанню в рамках інфраструктури просторових даних.

Веб-сервіс опрацювання геопросторових даних WPS (Web Processing Service) – це геоінформаційний сервіс, що надає доступ до програм для

обробки, перетворення, аналізу, обчислення та моделювання даних, опублікованих на геопорталі [9].

Сервіс WPS доступний як розширення для GeoServer, забезпечуючи обробку даних та операції геопросторового аналізу, здатні зчитувати та записувати дані з GeoServer та на нього.

Відповідно до стандарту WPS 1.0.0, існує три операції для виявлення та виконання геопросторових процесів, але GeoServer розширює їх ще двома:

- GetCapabilities: отримує детальну інформацію про пропозицію сервісу, включаючи метадані власне сервісу та метадані, що описують доступні процеси;
- DescribeProcess: отримує опис процесу WPS, доступного через сервіс;
- Execute: запит на виконання процесу з заданими вхідними значеннями і необхідними елементами вихідних даних;
- Dismiss: використовується для скасування виконання процесу;
- GetExecutions (розширення провайдера) - отримує список поточних станів виконання [24].

Тому для підтримки та запуску інструментів геообробки для доступу до мережі саме служба веб-обробки (WPS) визначає всі вхідні та вихідні дані для виконання ГІС-операцій. Сервіси геоопрацювання даних можуть включати інструменти накладання, наближення та маршрутизації на основі стандартизованої схеми XML, пов'язаної з геопросторовими даними.

Служба веб-обробки (WPS) допомагає при виконанні геопросторового аналізу для тих, хто не має правильного програмного забезпечення. Вона приймає стандартний набір вхідних і вихідних даних і спрощує просторову роботу як віджет на веб-карті.

Сервіс WMS – це веб-картографічний сервіс, що надає електронні картографічні зображення з їх просторовою прив'язкою, що генеруються сервером картографування переважно в растрових форматах [9]. Web Map Service забезпечує простий інтерфейс HTTP для запиту географічно

записаних картографічних зображень з однієї або декількох розподілених геопросторових баз даних.

Операції сервісу WMS можна викликати за допомогою стандартного веб-браузера, відправивши запити у вигляді URL (Uniform Resource Locator). Вміст цих URL-адрес залежить від типу операції. Зокрема, при запиті карти на посилання вказується інформація, що відображається на карті – частина Землі, система координат, ширина і висота вихідного зображення. Відповіддю на запит є одне або кілька картографічних зображень (в графічних форматах JPEG, PNG, GIF), які можуть відображатися в додатку браузера. Коли дві або більше карт створюються з однаковими географічними параметрами та початковим розміром, результати можуть бути точно накладені для створення комбінованої карти. Крім того, окремі карти можна запитувати з різних серверів. Таким чином, сервіс веб-карт дозволяє створювати мережу розподілених картографічних серверів, з яких клієнти можуть створювати власні карти.

Сервіс встановлює загальний словник для запиту та відповіді растрової графіки на основі серії параметрів через три можливі операції:

- getCapabilities: надає XML опис наявних даних і параметрів, пов'язаних з прийнятими сервісом запитам;
- getMap: повертає карту на основі аргументів запиту;
- getFeatureInfo: повертає інформацію про геометрію та атрибути для вибраного елемента..

Користуючись сервісом не потрібно вносити інформацію вручну – лише додати його до ArcGIS 10.x, ArcGIS Pro, QGIS і ГІС робить все сама. Конфігурація сервісу в ГІС – це прив'язка ГІС до сервісу.

WMS надає дані у вигляді візуального представлення через Інтернет з основними можливостями запитів – масштабування, панорамування та допомагає організаціям подавати дані ГІС у вигляді зображень з високою швидкістю рендерингу.

Отже, основними властивостями сервісу WMS є: швидка візуалізація даних, виконання базових запитів, створення простих карт, збереження стилів при публікації.

Веб сервіс картографічних тайлів WMTS (Web Map Tile Service) – це стандартний протокол для обслуговування попередньо відрендерених у різних масштабах і кешованих на стороні клієнта тайлів, які утворюють схему 256 x 256 пікселів у двовимірній мозаїці. Сервіс надає електронні картографічні зображення з файлів багаторівневої серії квадратних фрагментів растрових зображень (тайлів), що генеруються сервером карт у різних масштабах відповідно до заданих рівнів деталізації відображення карт [9].

Клієнтські додатки взаємодіють зі сервісом WMTS, додаючи параметри до URL-адреси сервісу. Через кодування RESTful і KVP сервіс WMTS підтримує наступні операції:

- GetCapabilities - для запитів метаданих про сервіс;
- GetTile запитує окремі плитки у кеші;
- GetFeatureInfo – запити про геопозицію ділянки, вказаної на карті.

Перевагами використання WMTS є: забезпечення оптимальної швидкості перегляду кешованих зображень; відображення великих обсягів даних через Інтернет, але з обмеженими можливостями для аналізу; обслуговування базових карт з найкращою продуктивністю.

Web Feature Service (WFS) – це геоінформаційний сервіс, який надає векторні моделі геопросторових об'єктів з сервера баз геоданих в уніфікованих форматах для відображення або використання в геоінформаційних системах на комп'ютері користувача [9].

Веб-сервіс призначений для створення, модифікації та обміну географічною інформацією у векторному форматі в Інтернеті за допомогою HTTP. WFS надає доступ до даних на рівні функції, яка представляє фізичну сутність, наприклад, будівлю, вулицю та кодує і передає інформацію мовою географічної розмітки (GML), підмножиною XML.

Стандарт WFS визначає структуру для забезпечення доступу та підтримки транзакцій з дискретними географічними об'єктами способом, незалежним від основного джерела даних. Завдяки комбінації операцій виявлення, запиту, блокування та транзакції користувачі мають доступ до вихідних просторових та атрибутних даних таким чином, щоб вони могли досліджувати, стилізувати, редагувати (створювати, оновлювати та видаляти) та завантажувати окремі об'єкти. Транзакційні можливості WFS також підтримують розробку та розгортання картографічних додатків для спільної роботи [23].

Web Feature Service надає інтерфейси виявлення та запитів для вибору векторних просторових даних та їх атрибутів, підтримуючи наступні стандартні операції:

- GetCapabilities: створення XML документа метаданих, що описує наявні дані і параметри, пов'язані з прийнятими сервісом запитами;
- DescribeFeatureType: запитує опис типів функцій та атрибутів, підтримуваних сервісом WFS;
- GetFeature - повертає вибірку об'єктів з джерела даних, включаючи геометрію і значення атрибутів;
- LockFeature: запобігає редагуванню через постійне блокування елемента;
- Transaction: редагування існуючих типів об'єктів шляхом створення, оновлення та видалення.

Веб-сервіс покриття WCS (Web Coverage Service) – це геоінформаційний сервіс, що забезпечує отримання цифрових моделей географічних полів, що описують неперервне просторове поширення певної характеристики (сіткові моделі рельєфу, растрові моделі даних дистанційного зондування Землі, забруднення атмосферного повітря тощо) [9].

WCS надає стандартний інтерфейс для запиту растрового джерела геопросторового зображення. Хоча WMS може повертати зображення, воно зазвичай корисне лише як зображення. Результати WCS можуть бути

використані для складного моделювання та аналізу, оскільки вони часто містять більше інформації. Це також дозволяє отримати більш складні запити наприклад, вилучення частини даних.

Основними запитами до WCS -сервіса є:

- GetCapabilities: надає XML-кодований опис властивостей сервісу і сховищ даних, пропонованих запитуваним сервером;
- DescribeCoverage: надає XML-кодовані описи покриття (система координат, метадані, домен, діапазон і доступні формати);
- GetCoverage: надає покриття (або його частину), як вихідні або оброблені дані, у відповідному форматі, подібно до запиту WMS GetMap, але з декількома розширеннями для підтримки отриманого покриття.

Розширення WCS-T визначає, як завантажити повне покриття на сервер або змінити існуюче.

2.2 Структура, склад та функції сервісів НІГД

Національний геопортал проектується у відповідності до вимог 3-го покоління розвитку інфраструктур геопросторових даних, тобто зорієнтований на користувача і розробляється за сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA) та загальними принципами реалізації геоінформаційних сервісів, що визначені у специфікаціях INSPIRE, Відкритого геопросторового консорціуму OGC (Open Geospatial Consortium) та в міжнародних стандартах серії ISO 19100 “Географічна інформація / Геоматика” [11].

Архітектура Національного геопорталу, що забезпечує безперервне функціонування НІГД складається з трьох рівнів – засоби для підтримки клієнта з реалізацією веб-інтерфейсів “тонкого”, картографічного та ГІС-клієнтів; веб-сервер із сервером прикладних застосунків і веб-геосервісами та сервер сховища даних із засобами адміністрування геопорталу для доступу до баз даних, інформаційних ресурсів та серверів.

На середньому – рівні веб-сервера основними засобами є: служби надання послуг керування процесами – потоками передачі даних у форматах HTML, XML, протоколами, системні адміністративні та прикладні сервіси, що виконують функції керування доступом до даних, навантаження, балансування, кешування; геоінформаційні сервіси з API інтерфейсом, що розробляються за стандартами OGS; прикладні веб-сервіси для оброблення запитів користувачів та електронних кабінетів геопорталу НІГД; картографічний веб-сервер для візуалізації наборів геопросторових даних через цифрові карти.

Відповідно до Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” на національному геопорталі розміщуються основні геопросторові дані та метадані, а також геопросторові дані та метадані з геоінформаційних систем, ведення яких здійснюється органами державної влади та органами місцевого самоврядування [1].

Поширення наборів геопросторових даних у цифрових форматах забезпечують:

1) геоінформаційні сервіси для картографічної візуалізації геопросторових даних з використанням прикладних програмних інтерфейсів веб-сервісів WMS та/або WMTS;

2) геоінформаційні сервіси, що забезпечують візуалізацію та пошук геопросторових даних у форматах завантаження векторних даних з використанням прикладних програмних інтерфейсів веб-сервісів WFS, WGS та WCS.

У складі національного геопорталу і геопорталів органів виконавчої влади та місцевого самоврядування створюються та функціонують такі мережеві сервіси:

– пошукові сервіси для геопросторових наборів даних та метаданих, створені на основі пошукової веб-сторінки геопорталу та прикладного програмного інтерфейсу геоінформаційної служби в каталозі метаданих CSW;

– сервіси перегляду, візуалізації та використання геопросторових наборів даних у вигляді електронних карт - сервіс веб-картографування WMS і веб-сервіс картографічних тайлів WMTS;

– сервіси завантаження, використовуючи веб-сервіс геопросторових об'єктів WFS та веб-сервіс покриття WCS, з метою поширення та використання наборів геопросторових даних державними організаціями та третіми особами;

– сервіси перетворення, на основі веб-сервісу обробки геопросторових даних WPS та стандартних технологій для мережевих служб SOAP, визначені специфікаціями WSDL та WS-Addressing, із застосуванням формату RIF для визначень відповідності схем перетворення, мову розмітки XML для елементів конфігурації та мову GML для схеми джерела трансформації [5].

2.3 Сервіс-центричний підхід до забезпечення інтеперабельності в НІГД

Завдяки глобальній мережі геоінформаційних сервісів у створенні та використанні географічних даних беруть участь мільйони користувачів.

Інтеграція геоінформаційних технологій з технологіями систем баз даних долає багато проблем для досягнення інтеперабельності даних, які виникають через використання геопросторових даних у великих масштабах.

На даний момент практично не існує альтернативних технологій у сфері зберігання, управління та надання багатокористувацького доступу до великих обсягів інформаційних ресурсів ПД. Таке поєднання факторів визначає попит на ринку геоінформаційних послуг на інтегровані рішення у сфері використання баз геоданих і стимулює розвиток об'єктно-реляційних СУБД та галузі ГІС відповідно.

Інтеперабельність – це характеристика продукту або системи, інтерфейси яких повністю зрозумілі для роботи з іншими продуктами або системами, в даний час або в майбутньому, в реалізації або доступу, без будь-яких обмежень.

Географічна інтероперабельність – це здатність інформаційних систем:

- вільно обмінюватися всіма видами просторової інформації про Землю та про об'єкти і явища на, над і під поверхнею Землі поверхні Землі;
- спільно, через мережі, запускати програмне забезпечення, здатне маніпулювати такою інформацією.

Інтероперабельність геопросторових даних та геоінформаційних сервісів – це ключова властивість компонентів Національної інфраструктури геопросторових даних, реалізація якої забезпечує інтеграцію наборів геопросторових даних та взаємодію геоінформаційних сервісів різних держателів даних НІГД без повторюваних і трудомістких ручних операцій [7]. В основі всього цього лежить інтероперабельність, яка ґрунтується на стандартах. Інтероперабельність геопорталів, що взаємодіють у мережі Інтернет, гарантується дотриманням усіма держателями геопорталів однакових вимог, технічних методів забезпечення єдиної архітектури геопорталів, інтероперабельності та сумісності наборів геопросторових даних, метаданих та геоінформаційних сервісів, встановлених Мінагрополітики.

Набори геопросторових даних та сервіси повинні підтримувати функцію “операційної сумісності”, тобто об'єднання просторових наборів даних та взаємодії сервісів без повторного втручання оператора таким чином, щоб забезпечити узгоджений результат та підвищену додану вартість наборів даних та сервісів [4].

Відповідно до Директиви INSPIRE, сервіси повинні бути зручними та простими у використанні, доступними для широкої громадськості через Інтернет або будь-які інші відповідні засоби телекомунікації.

Теоретичною основою для розробки та впровадження системи інтероперабельності, що розвивається на принципах інженерії даних на основі моделей (Model-based Data Engineering, MBDE) стала концептуальна модель інтероперабельності – LCIM.

LCIM визначає шість рівнів взаємодії.

Рівень 1 “Технічний” вирішує інфраструктурні та мережеві проблеми, що дозволяє системам обмінюватися носіями інформації. Він використовує теорію в рамках чітко визначеної та прийнятої комп'ютерної моделі, наприклад, протоколів TCP/IP або HTTP.

Синтаксичний рівень 2 розв'язує проблеми інтерпретації та структурування інформації для формування символів у протоколах. Системи мають спільний формат даних і узгоджують спільний синтаксис. На рівні синтаксичної інтероперабельності біти та байти, якими обмінюються системи, можуть бути згруповані у символи. На цьому рівні системи мають спільний еталонний екземпляр фізичної моделі даних.

Рівень 3 “Семантичний” забезпечує засоби для фіксації спільного розуміння інформації, якою обмінюються, часто у формі спільної моделі даних або об'єктної моделі. Тобто, спільно використовуються структури, незважаючи на потенційну можливість створення різних мов.

Рівень 4” Прагматичний” розпізнає шаблони, в яких дані організовані для обміну інформацією, зокрема, методи та процедури, використання даних в додатках - сервісах.

Рівень 5 “Динамічний” – додає нову якість, беручи до уваги реакцію системи у вигляді контексту інформації, якою обмінюються, а також вивчає вплив обміну даними з часом [28]. На рівні динамічної інтероперабельності припущення та обмеження процесів описуються однозначно, а поведінка систем є передбачуваною під час взаємодії.

Одна й та сама інформація, надіслана до різних систем, може викликати дуже різні реакції. Також можливо, що одна і та ж інформація, надіслана до однієї і тієї ж системи в різний час, може викликати різні реакції. Нарешті, необхідно зафіксувати припущення, обмеження та спрощення. Це відбувається на концептуальному рівні 6. У своїй дисертації Кінг [18] показав, що системи, які ідеально узгоджені на перших п'яти рівнях, можуть виявити концептуальні розбіжності. Тому, дуже важливо фіксувати

припущення та обмеження рішень, щоб уникнути композиції концептуально неправильних рішень.

Загалом, питання інтеперабельності слід розглядати на самому початку роботи над впровадженням корпоративної ГІС і враховувати його при розробці моделей даних, інформаційних продуктів і архітектури додатків. Міжнародні стандарти серії ISO 19100 Інформація/Геоматика та технічні специфікації OGC, Національні стандарти ДСТУ ISO 19101:2009, ДСТУ 8774:2018, ДСТУ ISO 19131:2019 – це основа оперативної сумісності геопросторових даних в контексті розвитку НІГД в Україні. Рівень інтеперабельності складових ІПД, що характеризує їх здатність взаємодіяти між собою залежить від відповідності стандартам. Досягнення високого рівня інтеперабельності ІПД сприяє підвищенню ефективності виробництва геопросторових даних; повторному використанню даних багатьма користувачами, що потенційно зменшує загальну вартість надання геоінформаційних ресурсів; потенційному розвитку ринку геоінформаційних послуг і підвищенню прозорості його регулювання.

2.4 Досвід розроблення ІПД на глобальному та територіальному рівні в зарубіжних країнах

У 1993 році Національною дослідницькою радою США було запроваджено термін “інфраструктура геопросторових даних” (SDI), що стало поштовхом для розробки різноманітних прикладних програм для всіх рівнів державного управління. Визначення “національна інфраструктура геопросторових даних” (NSDI) та “інфраструктура геопросторових даних” (SDI) з часом еволюціонували до “відповідної базової колекції технологій, політик та інституційних механізмів, які сприяють наявності та доступу до просторових даних” [12]. ІПД має забезпечити інституційно санкціоновані автоматизовані засоби для розміщення, пошуку, оцінювання та обміну геопросторовою інформацією між виробниками та користувачами інформації, що беруть участь у ній.

Створення НІГД передбачає забезпечення швидкого доступу, спільного використання та обміну геопросторовою інформацією для підтримки більш ефективної діяльності в усіх сферах суспільного життя.

У 2001 році Європейська Комісія виступила з ініціативою щодо розвитку ПД в Європі, прийнявши директиву “Про створення інфраструктури просторової інформації в Співтоваристві (INSPIRE)”. З міждисциплінарної точки зору для ефективного та результативного використання географічної інформації, Директива INSPIRE, як правовий акт ЄС, встановлює стандарт ЄС, який повинен застосовуватися на національному рівні. Згідно з визначенням якого, загальноєвропейська ПД означає метадані, набори просторових даних і сервіси просторових даних; мережеві сервіси і технології; угоди про обмін, доступ і використання; а також механізми, процеси і процедури координації та моніторингу, створені, функціонуючі або доступні відповідно до цієї Директиви.

INSPIRE спирається на інфраструктури просторової інформації, які вже створені країнами-членами. Хоча ініціативи зі створення інфраструктури просторових даних використовують європейські та подібні міжнародні технології та стандарти, їхні різноманітні особливості відображають різні традиції, культури та соціально-економічні моделі, а також різні способи управління геопросторовими даними в конкретних країнах [22].

Інфраструктури просторових даних у світі будуються на різних територіальних рівнях – глобальному, міжнаціональному, національному, регіональному та локальному, що знаходяться на різних стадіях від проектування до повної реалізації.

На глобальному рівні існує GSDI – Глобальна інфраструктура геопросторових даних, яка об'єднує зусилля понад 70 країн для обміну просторовими даними. Асоціація GSDI була створена у 2004 році як інклюзивна мережева організація, що об'єднує академічні та науково-дослідні установи, державні органи, комерційні підприємства, національні та регіональні асоціації Gi Group та окремих осіб з усього світу.

Метою Асоціації є сприяння міжнародному співробітництву та взаємодії на підтримку місцевих, національних та міжнародних досліджень та впровадження інфраструктури просторових даних, що дозволить країнам краще вирішувати соціальні, економічні та екологічні проблеми, що мають нагальне значення, в тому числі для сталого розвитку [16].

GSDI має спеціальний консультативний статус при ЕКОСОП ООН і підтримує ініціативу ООН з управління глобальною геопросторовою інформацією (UN-GGIM) та просуває принципи відкритих даних GEO/GEOSS.

Протягом своєї історії GSDI розробив зобов'язання та Меморандуми про взаєморозуміння з кількома глобальними організаціями, серед яких: Міжнародна картографічна асоціація (ICA), Міжнародна федерація геодезистів (FIG), Міжнародне товариство фотограмметрії та дистанційного зондування (ISPRS), Міжнародне товариство цифрової Землі (ISDE), Центр управління катастрофами та громадської безпеки (CDMPS).

На міжнаціональному або континентальному рівні існує Інфраструктура просторової інформації Європейського Співтовариства (INSPIRE), метою діяльності якої є створення єдиного ринку даних, які можуть вільно циркулювати в межах ЄС та між секторами. До ІПД входить 35 країн, нині вона налічує: 1 713 817 інтегрованих наборів даних, 183 стандартизовані каталоги метаданих, 1 536 новинних матеріалів з відомостями про діяльність організації та 11 онлайн-курсів для розуміння та вивчення роботи ІПД. Геопортал INSPIRE – це центральноєвропейська точка доступу до даних на якому можна:

- відслідковувати наявність наборів даних та знаходити відповідні набори даних на основі їхніх метаданих;

- отримувати доступ до обраних наборів даних за допомогою сервісів їх перегляду або завантаження.

Метадані, що використовуються на Геопорталі, регулярно надходять від служб пошуку даних держав-членів ЄС та країн Європейської асоціації вільної торгівлі (EFTA).

На міжнародному рівні функціонує та розвивається Австрало-новозеландська рада з інформації про землю (ANZLIC), що окреслює національну ПІД чотирма основними компонентами – інституційна структура з політиками та адміністративними механізмами для побудови, підтримки, доступу і застосування стандартів і наборів даних; технічними стандартами; фундаментальними наборами даних та мережами клірингових палат (clearinghouse), за концепцією яких основні набори даних стають доступними для спільноти відповідно до політик та узгоджених технічних стандартів.

На національному рівні з координацією роботи Федеральним комітетом з географічних даних (FGDC) функціонує NSDI, яка надає доступ до великої кількості відкритих наборів даних уряду Сполучених Штатів. Національна карта (TNM) – це проект NSDI Геологічної служби США, який підтримує легкий доступ та завантаження топографічної інформації про рельєф, географічні назви, гідрологію, кордони, транспорт і так далі. ПІД США відіграє фундаментальну роль у соціально-економічному та екологічному розвитку країни. Програма NSDI розвивалася за трьома паралельними напрямками: набір стандартів даних для формалізації даних і метаданих; мережа інформаційних центрів, що забезпечує зберігання даних і онлайн-доступ до них; набір рамкових даних для всієї країни, таких як адміністративні межі.

До функціонуючих національних ПІД також можна віднести інфраструктури просторових даних Австралії, Німеччини, Канади, Китаю, Японії, Малайзії, Нідерландів, Іспанії та інших країн.

На регіональному рівні існує ПІД штату Теннессі, який пропонує широкі набори геопросторових даних, сервіси та веб-додатки та ПІД автономної області Каталонія (IDEC) та окремих федеральних земель ФРН.

На місцевому рівні функціонують муніципальні ПД в США, зокрема геопортал відкритих даних Нью-Йорка, ПД Великої Британії, Канади та Іспанії, а також знаходяться на стадії реалізації локальні ПД на рівні ОТГ в Україні. Існують інфраструктури просторових даних, присвячені конкретним сферам, таким як реагування на катастрофи, охорона здоров'я та зміна клімату.

В Україні створена та широко розвивається відповідно до стандартів Національна інфраструктура геопросторових даних як система міжгалузевої інтеграції геопросторових даних та даних всіх видів кадастрів для забезпечення широкого доступу до них в інформаційних мережах на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях.

Аналіз досвіду створення зарубіжних інфраструктур просторових даних показує, що ключовими факторами для розвитку сучасної ПД є: обізнаність про використання географічної інформації та ПД; співпраця між різними зацікавленими сторонами; залучення зацікавлених політиків, що забезпечує легітимність та фінансові інвестиції; знання про тип, місцезнаходження, якість і володіння наборами даних; доступність наборів даних.

Висновки до розділу:

1. Геоінформаційні сервіси забезпечують взаємодію завдяки наборам відкритих протоколів і стандартів, які використовуються при обміні даними. Геоінформаційні сервіси з API інтерфейсами розроблені за стандартами OGC включають такі види сервісів: веб-сервіс каталогу метаданих CSW, веб-сервіс опрацювання геопросторових даних WPS, веб-сервіс покриття WCS, веб-сервіс картографічних тайлів WMTS, веб-картографічний сервіс WMS. Геоінформаційні сервіси відіграють вирішальну роль у функціонуванні геопорталів. Вони є точкою доступу до актуальних просторових даних, забезпечують візуалізацію та пошук геопросторової інформації, що є життєво важливим для розвитку геоінформаційного суспільства.

2. Національний геопортал проектується у відповідності до вимог 3-го покоління розвитку інфраструктур геопросторових даних і розробляється за сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA) та загальними принципами реалізації геоінформаційних сервісів. Архітектура Національного геопорталу, що забезпечує безперервне функціонування НІГД складається з трьох рівнів – засоби для підтримки клієнта, веб-сервер із сервером прикладних застосунків та веб-геосервісами, сервер сховища даних із засобами адміністрування геопорталу.

3. Інтероперабельність геопросторових даних та геоінформаційних сервісів – це фундамент Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД). Завдяки їй набори геопросторових даних з різних джерел об'єднуються, а сервіси взаємодіють без ручних, трудомістких операцій. Уся ця система ґрунтується на єдиних стандартах, що робить її надійною та зручною у використанні.

4. Інфраструктури просторових даних у світі будуються на різних територіальних рівнях – глобальному, міжнаціональному, національному, регіональному та локальному, що знаходяться на різних стадіях від проектування до повної реалізації. Хоча ініціативи зі створення інфраструктури просторових даних використовують європейські та подібні міжнародні технології та стандарти, їхні різноманітні особливості відображають різні традиції, культури та соціально-економічні моделі, а також різні способи управління геопросторовими даними в конкретних країнах

РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ ІІД: АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНТЕГРАЦІЇ НА РІЗНИХ РІВНЯХ

3.1. Аналіз та вибір технологій геоінформаційних сервісів, їх обґрунтування

Концепція веб-сервісів покликана вирішити проблему гетерогенних систем на основі об'єднання та інтеграції відкритих стандартів. Важливою особливістю веб-сервісу є те, що він не залежить від інтернет-провайдера, браузера чи комп'ютера - може працювати з даними в будь-якій точці світу, де є доступ до Інтернету. Веб-сервіси базуються на відкритих стандартах і протоколах – SOAP, XML-RPC, REST та можуть використовувати різні платформи і бути написані на різних мовах програмування.

Веб-сервіс – це програмна система, призначена для підтримки інтероперабельної взаємодії між машинами в мережі. Інші системи взаємодіють з веб-сервісом у спосіб, визначений його описом, за допомогою SOAP-повідомлень, які зазвичай передаються за допомогою HTTP з серіалізацією XML у поєднанні з іншими веб-стандартами. Можна виділити два основних класи веб-сервісів:

- REST-сумісні веб-сервіси, в яких основною метою сервісу є маніпулювання XML-представленнями веб-ресурсів за допомогою уніфікованого набору "безстатусних" операцій;
- довільні веб-сервіси, в яких сервіс може надавати довільний набір операцій.

У межах веб-сервісу взаємодіють три компоненти – запитувач, постачальник та посередник послуг. Сервіс-постачальник надсилає файл WSDL (Web Services Description Language), що описує спосіб доступу і функціональність веб-сервісу до UDDI (Universal Description Discovery & Integration) – платформного інструменту для публікації описів веб-сервісів (WSDL), що дозволяє іншим організаціям знаходити та інтегрувати їх у свої системи. Запитувач послуг звертається до UDDI, щоб з'ясувати, який

постачальник даних йому потрібен, і зв'язується з ним за допомогою протоколу SOAP [30]. Постачальник послуг перевіряє запит і надсилає структуровані дані у вигляді XML-файлу. XSD-файл слугує засобом для перевірки XML-файлу запитувачем (рис. 2).

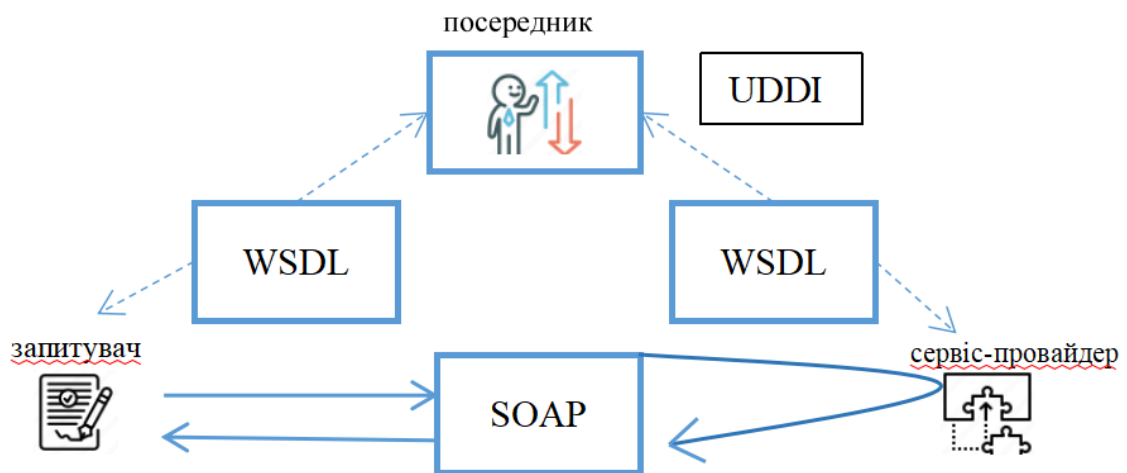


Рис. 2 Веб-сервісна архітектура, <https://doi.org/https://doi.org/10.17770/etr2017vol2.2540>.

Веб-сервіси Open Geospatial Consortium розробляються з використанням мов розмітки XML, GML за протоколами передачі даних HTTP, SOAP з описом інтерфейсу в документі WSDL.

Основною перевагою XML документа є створення, зберігання та транспортування структурованої інформації, добре зрозумілої комп'ютеру при відносно простому способі оброблення (звичайний текст може бути відредагований будь-яким тестовим процесором і оброблений стандартним XML аналізатором).

Протокол зв'язку Консорціуму Всесвітньої павутини (W3C), що базується на XML – SOAP є незалежним від виду платформи форматом для надсилання та отримання повідомлень, який можна використовувати з будь-яким протоколом прикладного рівня: SMTP, FTP, HTTP, HTTPS.

За специфікацією SOAP фреймворк обміну повідомленнями включає наступні компоненти: модель обробки SOAP – описує правила для обробки SOAP-повідомлень; SOAP модель розширення – визначає функції та модулі; SOAP, що лежить в основі протоколу зв'язування – фреймворк, який описує

обмін повідомленнями між SOAP-вузлами; структура SOAP-повідомлень – описує структуру повідомлення [26].

SOAP-повідомлення, по суті, є контейнером, що містить заголовок і тіло. В заголовку присутня інформація про те, як одержувач повинен обробляти отримане SOAP-повідомлення. Тіло SOAP-повідомлення містить дані, необхідні для виконання інструкцій.

В поєднанні з SOAP і XML-схемою WSDL описує веб-сервіси як кінцеві вузли або групи портів, де порт визначається шляхом прив'язки до конкретної веб-адреси та забезпечує доступ до веб-сервісів в Інтернеті. При підключенні до веб-сервісу клієнтська програма може прочитати WSDL-файл і визначити, які операції їй доступні. Кожен документ WSDL містить кілька елементів, які належать до однієї з наступних категорій: сервіс – системна функція, доступна за допомогою веб-протоколів; порт – визначає адресу веб-сервісу (рядок, що містить URL-адресу HTTP); прив'язка – визначає інтерфейс і тип прив'язки SOAP (RPC або Document); тип порту – описує операції веб-сервісу, які можуть бути виконані, та повідомлення для виконання операцій.

3.2 Порівняльний аналіз геопорталу ІПД Німеччини і України

Інфраструктура геопросторових даних Німеччини (SDI Germany) – це спільний проект федерального уряду, земель та місцевих органів влади, покликаний зробити їхні просторові дані доступними у стандартизований і простий спосіб через Інтернет. ІПД Німеччини інтегрована в Європейську інфраструктуру просторових даних, створену відповідно до Директиви INSPIRE.

Geoportal.de – це платформа, розроблена в 2020 році, що базується на стандартах INSPIRE та є централізованим вузлом для доступу до офіційних геопросторових даних у Німеччині. Набори даних покривають майже всю територію країни, вони постійно оновлюються і надходять від федеральних,

регіональних та місцевих установ. Кожен набір даних супроводжується детальними метаданими, розробленими за ISO 19115, що описують зміст, формат, проекцію, джерело та інші характеристики даних. Геоінформаційні сервіси національного геопорталу Німеччини створені за стандартами OGC – CSW, WMS, WFS та WMTS-сервіси надають повноцінний доступ до завантаження, візуалізації, маніпуляцій оригінальних наборів просторових даних різних форматів (GML, Shapefile, GeoTIFF).

Станом на 2023 рік ПД Німеччини містить майже 109 тисяч наборів геоданих, зібраних відповідно до Директиви INSPIRE і доступних через 187 тисяч сервісів візуалізації та завантаження.

74% наборів даних та 79% сервісів і метаданих сумісні з INSPIRE, і доступні в GDI-DE через Geodatenkatalog.de. 72% наборів даних доступні через службу візуалізації, а 67% можна завантажити за допомогою сервісу завантаження [14].

Інфраструктура просторових даних Німеччини (GDI-DE) надає певні сервісні функції залученим сторонам та партнерам – як національні технічні компоненти, серед них:

– інструмент валідації GDI-DE Testsuite, що слугує для перевірки відповідності наборів просторових даних, а також сервісів та метаданих міжнародним стандартам або специфікаціям Європейської директиви INSPIRE. Наразі GDI-DE пропонує тести для перевірки метаданих, сервісів каталогу/пошуку (CSW), сервісів картографування/перегляду (WMS), сервісів завантаження (WFS, Atom) та наборів просторових даних (GML). Щоб використовувати GDI-DE Testsuite, потрібно зареєструватися при першому вході в систему. Користувачеві доступні наступні функції: створення власних тестів, які можна повторювати безліч разів; отримання та завантаження детальних звітів про тести; виконання масових тестів для декількох ресурсів одночасно; моніторинг якості послуг (доступність, продуктивність). Питання про GDI-DE Testsuite можна задати через GDI-DE Support. Для локального тестування на платформі GDI-DE Testsuite

(наприклад, для тестування наборів просторових даних) є можливість завантаження програми за посиланням;

- служба пошуку Geodatenkatalog.de, за допомогою якої можна знайти всі набори просторових даних та сервіси, доступні в GDI-DE;

- веб-сайт Geoport.de, який пропонує користувачам прості можливості для пошуку просторових даних, їх зв'язування та відображення на картах;

- інформаційна система GDI-DE Registry для адміністрування та технічної підтримки комплексних концепцій;

- GDI-DE Monitor як інструмент забезпечення якості для перевірки доступності та відповідності вимогам SDI Німеччини (GDI-DE) та INSPIRE. За допомогою GDI-DE Monitor можна створювати оцінку доступності та зручності використання георесурсів та безперервно контролювати виконання законодавчих вимог. GDI-DE Monitor також призначений для підтримки національних агентств, що володіють геоданими, та операторів каталогів в інтеграції їхніх георесурсів до SDI Німеччини та імплементації Директиви INSPIRE (ДОДАТОК В).

GDI-DE Testsuite, GDI-DE Monitor та GDI-DE Registry в першу чергу призначені для постачальників просторових даних. Користувачі можуть отримати доступ до даних через Geoport.de та Geodatenkatalog.de.

Geoport.de відкриває доступ до вмісту Інфраструктури просторових даних Німеччини (GDI-DE). Він пропонує великий вибір геоінформації у вільному доступі з різних сфер державного управління – від федерального відомства до мерії та є важливим інструментом для координації учасників мережі GDI-DE – від експертів з адміністрації, науки та промисловості до зацікавлених громадян. Реалізуючи сервіс-орієнтовану архітектуру, він є загальнодоступним і безкоштовним для користувачів веб-сервісом.

Спектр даних варіюється від геопросторових даних про погоду та клімат, навколишнє середовище, дорожній рух, місцезнаходження та навігаційних даних, які становлять особливий інтерес для бізнесу та суспільства, аж до статистичних – які часто використовуються в науці та адміністрації.

У масштабному проєкті Федеральне агентство картографії та геодезії (BKG) та Інфраструктура просторових даних Німеччини (GDI-DE) оптимізували портал Geoportal.de (рис. 3). Мета полягала в тому, щоб зробити портал максимально простим у використанні, щоб полегшити пошук і використання даних та інформації, що містяться на порталі. З цією метою було значно покращено зрозумілість portalу, забезпечено доступ для мобільних пристроїв, а навігація стала інтуїтивно зрозумілою.

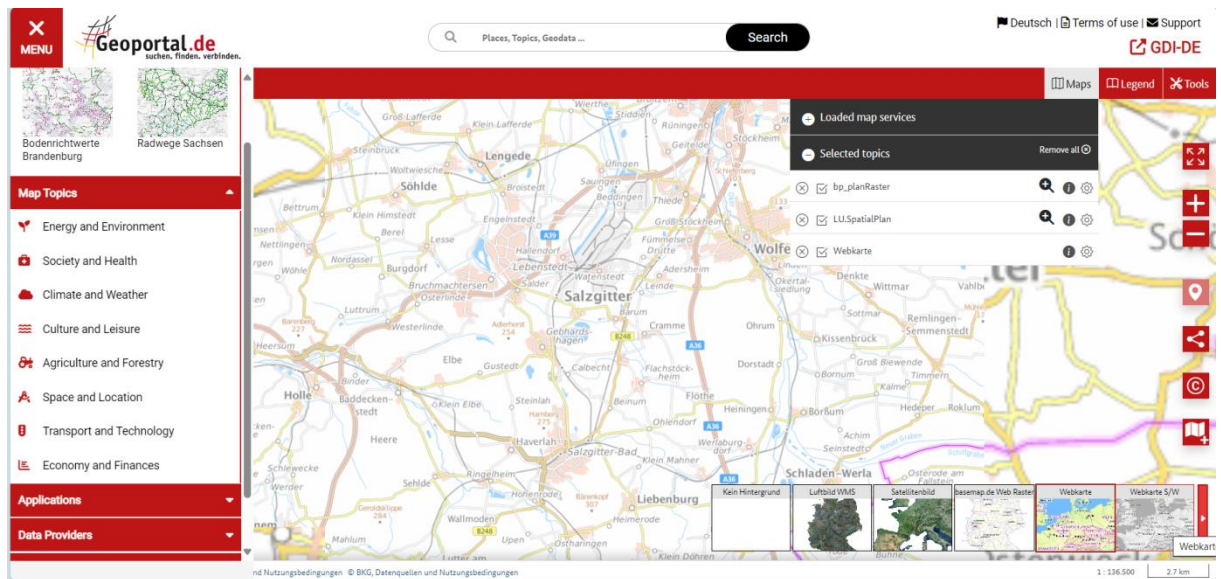


Рис. 3 Інтерфейс національного геопорталу Німеччини,
<https://www.geoportal.de/>.

Головне меню геопорталу містить наступні шари:

– пілотні проєкти та пропозиції (в розробці карта велосипедних доріжок Саксонії та карта вартості землі Бранденбургу);

– головне меню надає доступ до вибраних тематичних карт, представлене шарами: енергетика та навколишнє середовище, суспільство та здоров'я, клімат і погода, культура та дозвілля, сільське та лісове господарство, простір та місцезнаходження, транспорт і технології, економіка та фінанси. Натискаючи на шар бачимо відображення різних тематичних карт за певною тематикою. Наприклад, шар “енергетика та навколишнє середовище” представлений категоріями – орні та лісові ґрунти, земельні ресурси, охорона природи, гідроресурси тощо. Обираючи потрібну категорію бачимо величезний перелік карт, натиснувши на яку, бачимо, що вона

відображається на геопорталі. Під кожною картою є інформація про перелік використаних геоінформаційних сервісів, метаданих, постачальника наборів геоданих;

- застосунки – це спеціалізовані програми, де зібрані портали та додатки кожної сфери управління та геопортали федеральних земель Німеччини;

- шар постачальників даних з такими категоріями як, федерація, місцеві органи влади, економіка та наука;

- шар ENSPIRE з трьома додатками про зібрані та стандартизовані дані.

На геопорталі також доступні:

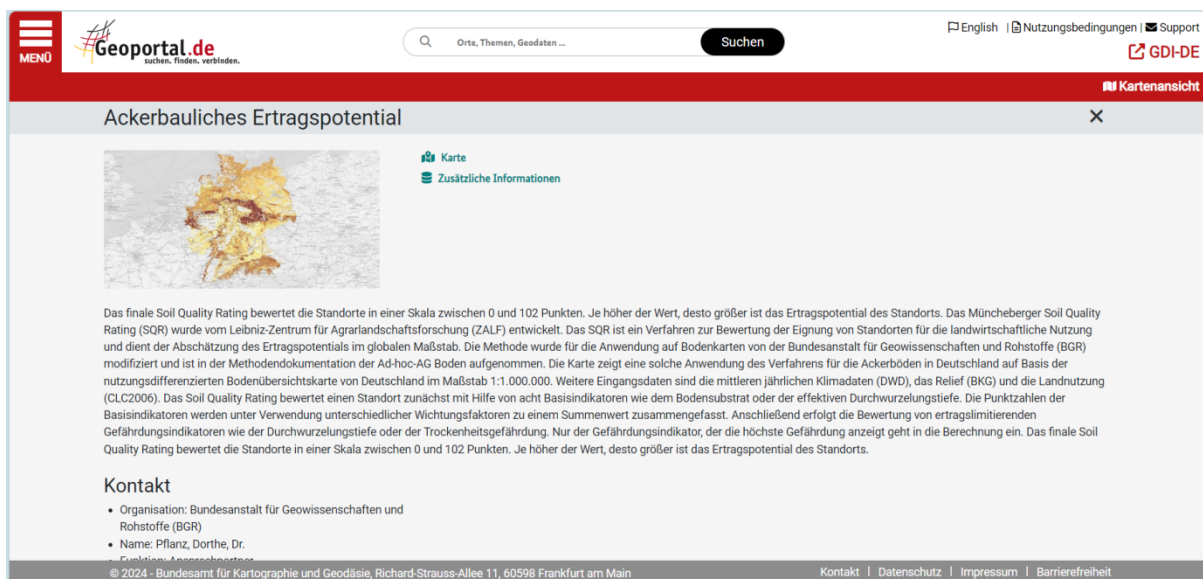
- сервіс пошуку просторових даних від державних адміністрацій за місцем розташування, тематикою або геоданими;

- інструменти для взаємодії з картами/шарами, такі як вимірювання відстаней та площ, інструмент для візуального порівняння мап з інтерактивним повзунком у вертикальному або горизонтальному положенні; планувальник маршрутів (в меню інструмента можна або вписати, або додати кліком по карті точку початку маршруту і пункт призначення; сервіс пропонує рекомендований або найкоротший маршрут, позначає зони з заторами, які потрібно уникати під час руху; прокладений маршрут можна завантажити в форматах XML, Geojson, GPX); вимірювання координат точки, обраної на карті; інструмент малювання (пропонується перелік геометричний фігур, які можна залити кольором, також можна додати текст та завантажити потрібне зображення); друк карти;

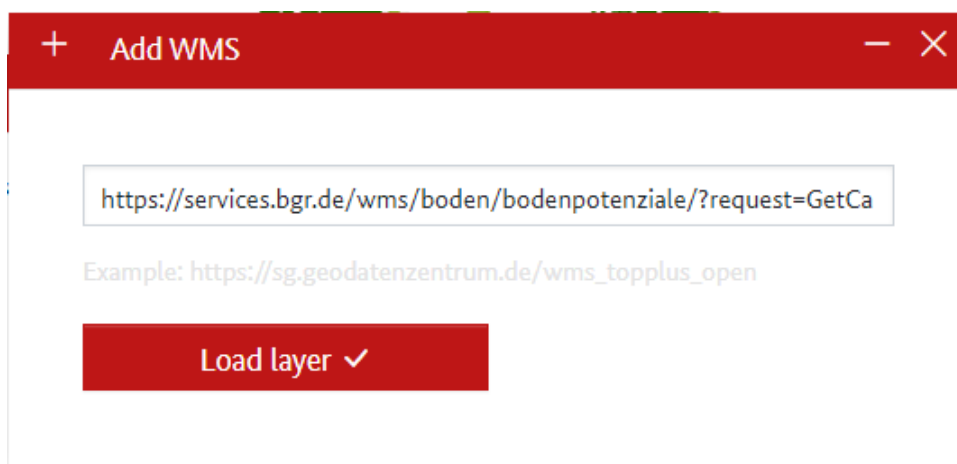
- базові карти представлені: цифровим ортофотопланом з роздільною здатністю 20 см, супутниковими знімками від Copernicus з роздільною здатністю 10 см, базовою картою території Німеччини (basemap.de Web Raster Colour) з стандартизованим картографічним представленням країни на різних рівнях масштабування – від окремих будівель до загального огляду Німеччини, двома загальноєвропейськими стандартизованими веб-картами для використання в якості фонові – TopPlusOpen-Light UTM32 (різнокольорова) та TopPlusOpen-Light-Grey UTM32 (чорно-біла);

- інтерактивна навігація по карті, крім того, фрагментом карти можна поділитися через соціальні мережі, електронну пошту та посилання;
- можна увімкнути повноекранний режим геопорталу;
- присутній повзунок часової шкали, який дає змогу створювати анімацію в часі.

Проведемо тестування WMS-сервісу на геопорталі. Скопіюємо посилання WMS-сервісу “Потенціал ґрунтів у Німеччині”.

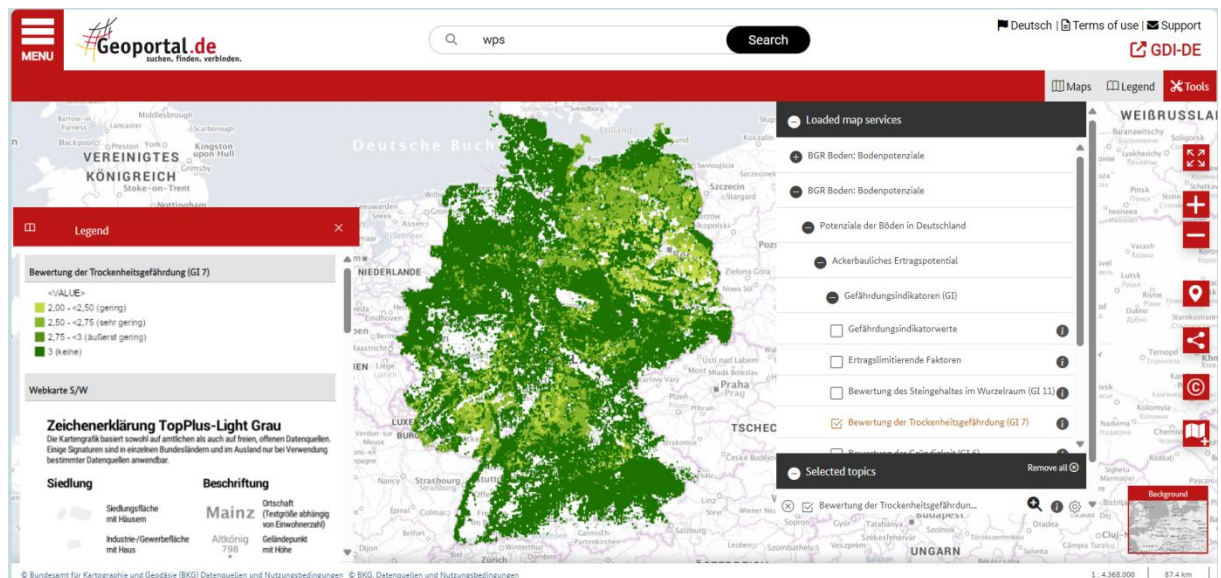


Додаємо його в вікно функції:



Настискаємо завантажити та бачимо, що обраний сервіс містить 16 шарів. Щоб уникнути перевантаження, вони не відображаються автоматично. За допомогою кнопки “Карти” обираємо потрібний.

Наприклад, в значеннях індикатора небезпеки для відображення оберемо карту масштабом 1:1 000 000 “Оцінка ризику посухи (GI 7)”.

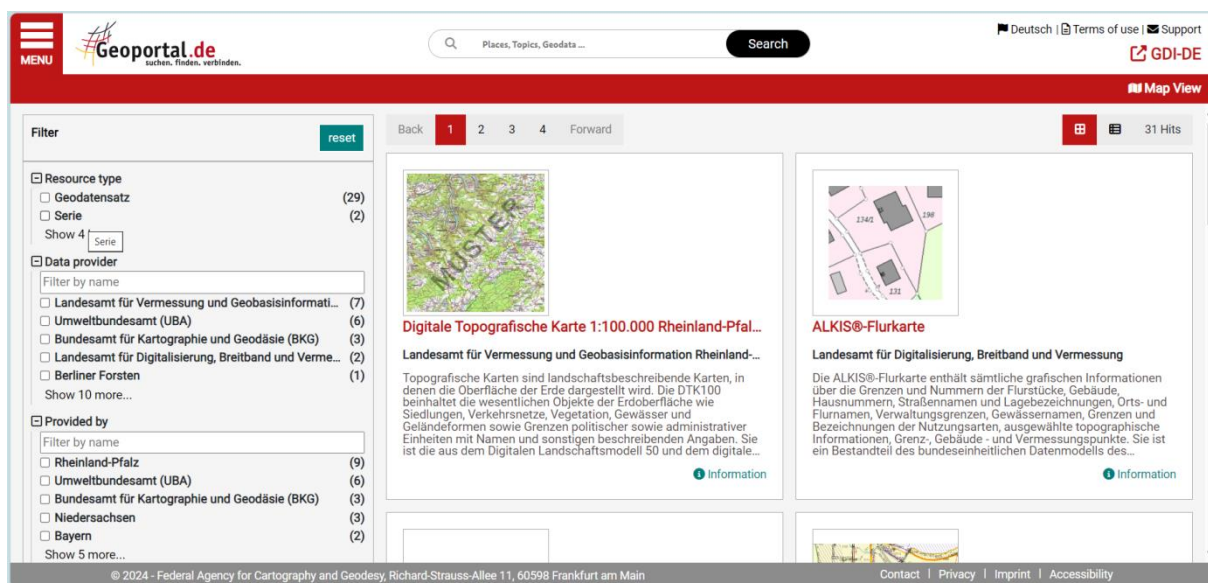


Даний сервіс показує застосування методу SQR для орних ґрунтів Німеччини на основі оглядової карти масштабу 1:1 000 000, диференційованої за видами використання. Іншими вхідними даними є середньорічні кліматичні дані (DWD), рельєф (BKG) та землекористування (CLC2006). Рейтинг якості ґрунту спочатку оцінює ділянку за допомогою восьми базових показників, таких як ґрунтовий субстрат або ефективна глибина вкорінення. Бали за основними показниками підсумовуються в загальне значення з використанням різних вагових коефіцієнтів. Потім оцінюються індикатори небезпеки, що обмежують врожайність, такі як глибина укорінення або ризик посухи. Остаточний рейтинг якості ґрунту оцінює ділянки за шкалою від 0 до 102 балів. Чим вище значення, тим більший потенціал врожайності має ділянка.

Також на вкладці інформації про шар можна перейти на розділ з метаданими даного сервісу, де містяться деталі про сервіс (дата створення, тип даних, тематика, якість, ідентифікатор), інформація про відповідальні за розробку метаданих та ресурсів органи, обмеження щодо використання, посилання на пов'язані сервіси.

Функціональні можливості геопорталу дуже широкі та різноманітні – це отримання метаданих на основі просторової протяжності та ключових слів; сортування та ранжування результатів за релевантністю або іншими критеріями; попередній перегляд наборів даних; перегляд карт для

візуалізації та вивчення шарів просторових даних; інструменти для аналізу, вимірювання та друку даних; сервіс завантаження даних від різних постачальників.



Geportal.de має зручний інтерфейс, доступний через веб-браузери, портал доступний німецькою та англійською мовами, тобто орієнтований на широку аудиторію.

Реєстрація необхідна для користування певними розширеними функціями, такими як завантаження даних, але основні послуги, такі як перегляд і запити, доступні без реєстрації.

Портал пропонує широку документацію, навчальні посібники та ресурси підтримки, щоб допомогти користувачам ефективно використовувати доступні дані та послуги.

Geportal.de інтегрує 194 854 WMS, WMTS, WFS, WPS, CSW-сервісів геопросторових даних від різних рівнів влади та відомств. Сервіси охоплюють широкий спектр тем, таких як топографія, кадастр, навколишнє середовище, транспорт, клімат тощо.

Якість послуг загалом висока, оскільки вони надаються авторитетними джерелами та відповідають національним і міжнародним стандартам. Однак якість і рівень деталізації можуть відрізнятися залежно від конкретного постачальника даних і призначення даних.

Geoportal.de пропонує доступ до великої колекції наборів просторових даних з різних сфер та від різних відомств, що забезпечує всебічне охоплення території Німеччини. Вони, як правило, регулярно оновлюються, щоб відображати останні зміни та події.

Загалом, Geoportal.de слугує надійним і всеосяжним національним геопорталом, що пропонує широкий спектр просторових даних і послуг з авторитетних джерел по всій Німеччині. Це зручна платформа для пошуку, візуалізації та доступу до геопросторової інформації, що підтримує різні додатки та сценарії використання в різних секторах.

Реальна практична розбудова національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) в Україні розпочалася 1 січня 2021 року. Вона базується на впровадженні новітніх інформаційних технологічних рішень, які повинні інтегрувати методи дистанційного зондування для збору даних та їх класифікації, системи глобального позиціонування для визначення місцезнаходження та навігації, а також географічні інформаційні системи для проведення ГІС-аналізу та картографування.

Геопортал НІГД ведеться та розвивається для того, щоб забезпечувати геопросторовими даними органи державної влади, органи місцевого самоврядування, окремі галузі економіки та громадськість.

Пілотний проект НІГД було представлено у 2021 році, метою якого є залучення розрізнених ГІС-систем до єдиної системи, а створення національного геопорталу стає фундаментом для розвитку майбутніх технологій відповідно до комплексної стратегії ООН.

Для комплексного повноцінного розвитку НІГД інтегрується з такими системами: Єдиною державною системою в сфері будівництва (ЄДСБ), Державними закупівлями через Прозоро, Національною кадастровою системою (НКС), Реєстром речових прав (ДРРП), Реєстром юридичних осіб (ЄДР), Порталом відкритих даних (Data.gov), національною системою електронної взаємодії – Трембіта, Державною геодезичною мережею (ДГМ),

використанням публічних коштів Spending, Геопорталами міст та ОТГ – база даних території.

Національний геоportal є офіційним геоportалом НІГД, що забезпечує оприлюднення та доступ до геопросторових даних та метаданих. Зараз на геоportалі НІГД доступні вже понад 1000 наборів геоданих для підключення (різного рівня і різної роздільної здатності), 35 тис. метаданих (даних про дані), які були внесені впродовж 2023 року та 723 сервіси. В перспективі планується повноцінна інтеграція з даними Державного картографо-геодезичного фонду України.

Інтерфейс публічної частини геоportалу містить наступні категорії: карта; набори геопросторових даних з шарами “Огляд”, “Каталог метаданих”, “Специфікації”, “Регіональний каталог геоданих” та “Теми INSPIRE”; сервіси, реєстр географічних назв, держателі геоданих, допомога, про НІГД з складовими – новини, нормативні документи, реєстр специфікацій, стандарти НІГД, глосарій НІГД, контакти.

Веб-сторінка “Карта” функціонує для перегляду інформації про об'єкти наборів даних на картографічній основі з відображенням їх безпосереднього місцезнаходження.

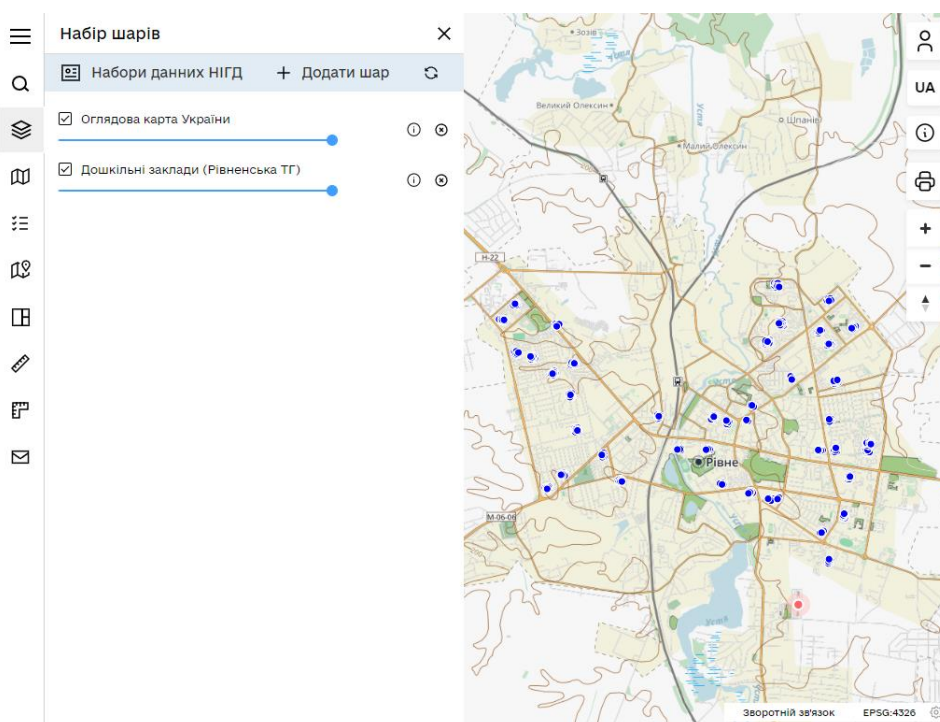


Рис. 4 Інтерфейс національного геопорталу НІГД України,

<https://nsdi.gov.ua/docs/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB/map/>.

На національному геопорталі набори базових геопросторових даних розміщуються в масштабах 1:10 000 та 1:50 000 – для тематичних геопросторових даних, метаданих про об’єкти загальнодержавного значення у складі НІГД.

Функціонал геопорталу виглядає наступним чином.

Вкладка “Меню” призначена для швидкого переходу до головної та інших сторінок порталу.

1. Сторінка “Сервіси” пропонує широкий перелік сервісів з їх коротким описом, що застосовуються на геопорталі. Додавання ГІС-сервісів наборів геопросторових даних на геопортал НІГД забезпечується держателями та виробниками геопросторових даних. Доступні стандартизовані геоінформаційні сервіси пошуку, перегляду метаданих (CSW) та відображення, відображення та використання геопросторових даних у вигляді електронних карт (WMS, WFS, WMTS). Це забезпечує підтримку системи в актуальному стані. Особлива увага приділяється сервісу валідації метаданих, сервісу каталогу метаданих та сервісу завантаження векторних даних в форматах GML, GeoJSON. Національний геопортал, відповідно до Порядку роботи НІГД, надає загальнодоступний доступ до геопросторових даних та метаданих усім користувачам без реєстрації та авторизації за допомогою зазначених інструментів геопорталу:

– пошуковий сервіс для виявлення геопросторових даних, геоінформації та метаданих на основі використання геопортального пошукового сайту та інтерфейсу прикладного програмування геоінформаційної служби каталогу метаданих CSW;

– сервіс візуалізації метаданих, заснований на використанні геопортального веб-сайту для перегляду метаданих та інтерфейсу прикладного програмування геоінформаційної служби каталогу метаданих CSW;

– сервіс відображення, візуалізації та використання геопросторових даних у вигляді електронних карт на основі веб-сайту геопорталу для відображення інтерактивних електронних карт та інтерфейсу прикладного програмування WMS Web Map Service та/або геоінформаційної служби картографічних тайлів WMTS.

Tile MapService (TMS) – це сервіс доступу до сховищ тайлів. TMS-сервіс може функціонувати в одному з двох режимів – статичному та динамічному. У першому випадку це просто набір файлів, організованих певним чином у файлової системі – “тайловий кеш”. При запиті конкретного тайла HTTP-сервер самостійно переводить запитуваний URL у фізичне розташування тайла в файлової системі і повертає клієнту потрібний тайл. Протокол TMS визначає інтерфейс веб-сервісу, який повертає тайли за результатами запитів. TMS – простий протокол і орієнтований на отримання тайлів, а не повноцінних карт як WMS-сервіс.

Користувачі, які зареєструвалися в електронному кабінеті, мають доступ до геопросторових даних у векторних форматах. Вони можуть завантажувати набори даних, як оновлені, так і ні, у зручних форматах за допомогою наступних інструментів:

– веб-сервіс геопросторових об'єктів WFS для отримання векторних моделей геопросторових об'єктів з сервера геопросторових баз даних в уніфікованих форматах (GML, GeoJSON та ін.);

– веб-сервіс WGS для моделювання векторних даних з баз даних та реєстрів географічних назв, вулиць та адрес;

– веб-сервіс WCS для цифрових сіткових моделей рельєфу, моделей растрових даних дистанційного зондування Землі, забруднення повітря та інших географічних полів, що описують безперервний просторовий розподіл заданої характеристики;

– веб-сервіс обробки геопросторових даних WPS для опрацювання геопросторових даних з використанням інструментів для перетворення, аналізу та моделювання даних, опублікованих на геопорталі.

Обмін інформацією між системами відбувається через протоколи обміну даними REST API – типу інтерфейсу прикладного програмування, що повертає дані у форматі JSON та SOAP API – у форматі XML.

Для веб-сервісів використовується наступна комбінація критеріїв пошуку: ключові слова; класифікація просторових даних і сервісів; якість і достовірність наборів просторових даних; ступінь відповідності стандартам застосування; географічне розташування; умови доступу і використання наборів просторових даних і сервісів; органи державної влади, відповідальні за створення, управління, ведення і поширення наборів просторових даних і сервісів.

Також НІГД містить API, що інтегрують інформацію з різних джерел. Принцип дії – за допомогою координат X і Y отримують результат про перетин з певним об'єктом, отримують атрибутивну інформацію в точці про земельну ділянку, соціально-культурні об'єкти.

На геопорталі розміщений сервіс верифікації та оцінювання відповідності геопросторових даних, метаданих та сервісів. Серед прикладних геоінформаційних сервісів: Витяг з НІГД, Повна інформація про територію, Грошова оцінка.

2. “Набори даних”. Наявність наборів даних – відображає межі покриття всіх наборів даних, що доступні на порталі. Розділ меню містить такі пункти, як Огляд, Каталог геоданих, Регіональний каталог геоданих, Спеціалізовані каталоги, Теми INSPIRE. Можливий перегляд інформації про наявні набори дані про населений пункт, громаду чи область безпосередньо на карті.

Каталог геоданих містить відображені набори даних без групування, але з можливістю їх фільтрування.

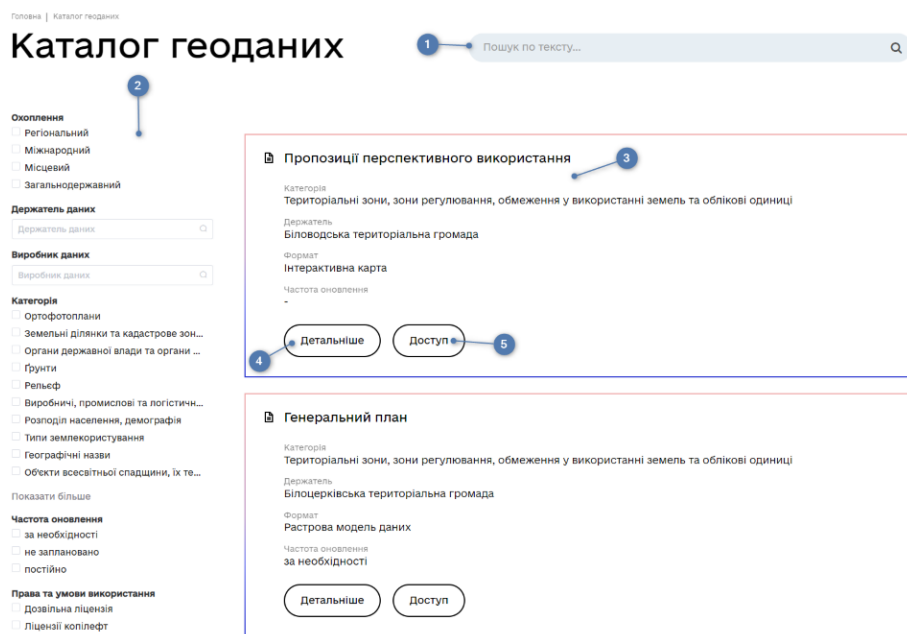


Рис. 4 Каталог геоданих НІГД,

https://nsdi.gov.ua/docs/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB/geo_catalog/.

Список доступних наборів даних можна відфільтрувати за: охопленням (місцевим, регіональним, загальнодержавним та міжнародним), держателем і виробником даних, категорією (наприклад, ортофоплани, земельні ділянки, рельєф, ґрунти, демографія, географічні назви), частотою оновлення, правами та умовами використання (види ліцензій), якістю (формою подання), актуальністю. Натиснувши на назву набору даних або на кнопку “Детальніше” користувач переходить до сторінки з детальною інформацією про набір даних. Кнопка “Доступ” також переводить користувача до сторінки повної інформації про набір даних, але відразу до розділу “Завантаження та поширення даних”.

На офіційному сайті НІГД всі наявні сервіси (TMS, WMS, WFS) знаходяться в реєстрі в форматах ArcGisMapService, GeoJson, GML, VTile. В Каталогі геоданих можна обрати дані за потрібним геоінформаційним сервісом, які можна переглянути карті, або в розділі “Завантаження та поширення даних” – і підключити. Наприклад, веб-сервіс ArcGisMapServer являє собою ГІС-ресурс (карту, зображення), який знаходиться на сайті ArcGis Server і доступний для таких додатків як Map Viewer, QGIS, ArcGis.

Скопіювавши посилання його можна відкрити в потрібному програмному середовищі, де будуть відображатись відповідні шари обраної території.

Регіональний каталог геоданих забезпечує можливість інтерактивного вибору наборів даних та їх перегляду за конкретною адміністративно-територіальною одиницею районом, територіальною громадою, областю.

В вкладці “Теми INSPIRE” можна обрати набори даних за певною категорією, визначеню директивою INSPIRE.

3. Базові карти геопорталу представлені: ортофотопланом на територію України, оглядовою картою України, створеною на основі цифрової топографічної карти масштабом 1:100 000, ортофотопланом Planet Score. Є можливість накладання 3D будівель та/або гібридного шару (шар автошляхів, назв та меж населених пунктів і об'єктів АТУ). В якості базової карти геопорталу можуть бути використані офіційні та неофіційні картографічні ресурси.

4. На сторінці “Держателі” розміщена інформація про виробників геопросторових даних – органи державної влади, органи місцевого самоврядування, фізична або юридична особа, яка створює та/або оновлює геопросторові дані та метадані, та держателів – орган державної влади, орган місцевого самоврядування, фізична або юридична особа, яка замовляє, отримує та/або володіє геопросторовими даними та метаданими. На Геопорталі розроблено персональні електронні кабінети для держателів, виробників та користувачів геопросторових даних з доступом до певних функціональних можливостей та інтерфейсів для роботи з геопросторовими даними та їх метаданими (завантаження, замовлення, отримання, оприлюднення). Доступний Реєстр специфікацій для держателів геоданих, наприклад специфікація “База топографічних даних в масштабі 1:50 000/1:10000”, а також стандарти НІГД.

5. На сторінці "Власники" міститься інформація про виробників геопросторових даних - орган державної влади, орган місцевого самоврядування, фізична або юридична особа, Існує реєстр специфікацій для

власників геоданих, наприклад, специфікація "База топографічних даних масштабу 1:50 000/ 1:10000", а також стандарти NSDI.

6. Функція Пошуку реалізується за наборами даних, населеними пунктами та кадастровими номерами. Корисною є можливість голосового вводу з подальшим автоматичним перетворенням в текст.

7. На карті доступні для користувача:

- легенда – перелік умовних позначень до шарів, що візуалізовані на карті;
- кнопка “Земля”, при натисненні на яку додається шар з розмежуванням кадастрових ділянок на карті та областей України;
- реалізований інструментарій для картометричних операцій представлений вимірюванням відстаней та площі;
- геопорталом підтримується українська та англійська мови, доступна довідкова інформація про портал та зворотній зв’язок;
- присутня функція друку виділеної області карти у різних розмірах та форматах PNG, PDF та SVG;
- підтримка масштабування та вирівнювання карти.

8. В Каталозі метаданих їх класифікують за такими групами: тип ресурсу (комплект наборів даних, набір даних або сервіс), просторове охоплення даних, основна інформація та детальний опис, онлайн доступ до ресурсу, обмеження щодо доступу та використання ресурсу тощо. На сайті НІГД можна здійснити операцію з додаванням метаданих, також прослідкувати дати оновлення даних, початок їх виробництва та дату їх реєстрації. Дізнатись про походження метаданих, тобто інформацію про виробника можна у відповідному розділі. Додатково в розділі вказаний стандарт ISO 19115, що регламентує метадані. Спеціалізовані каталоги зорієнтовані на 2 міжнародних проекти та політики INSPIRE (європейський проект, що пропонує готові рішення в сфері стандартизації геопросторових даних та технічних рішень геопорталів, баз геопросторових даних та їх структури) та IGIF . Врахування принципів і методологій, що пропонують ці міжнародні політики важливі для подальшої інтеграції на міжнародному рівні.

Верифікувавши і підвищивши якість даних на національному, регіональному і місцевому рівнях до рівня INSPIRE та IGIF вирішує питання обміну даними з державами усього світу.

9. На геопорталі можна додати власний шар. Для цього потрібно вибрати однойменну опцію, після чого користувач потрапляє до форми, яку повинен заповнити для швидкого відображення власних даних на карті. Обравши тип джерела (TMS, WMS, GeoJSON файл тощо), користувачу необхідно вказати шлях до нього або прикріпити файл. Для відображення результатів на карті необхідно натиснути на кнопку “Додати”. Результати будуть миттєво відображені на карті, а доданий шар відобразиться в панелі активних шарів.

В блоці “Картка об’єкта на карті” кліком по карті можна дізнатись інформацію про об’єкт, яка відображається в правій частині екрану.

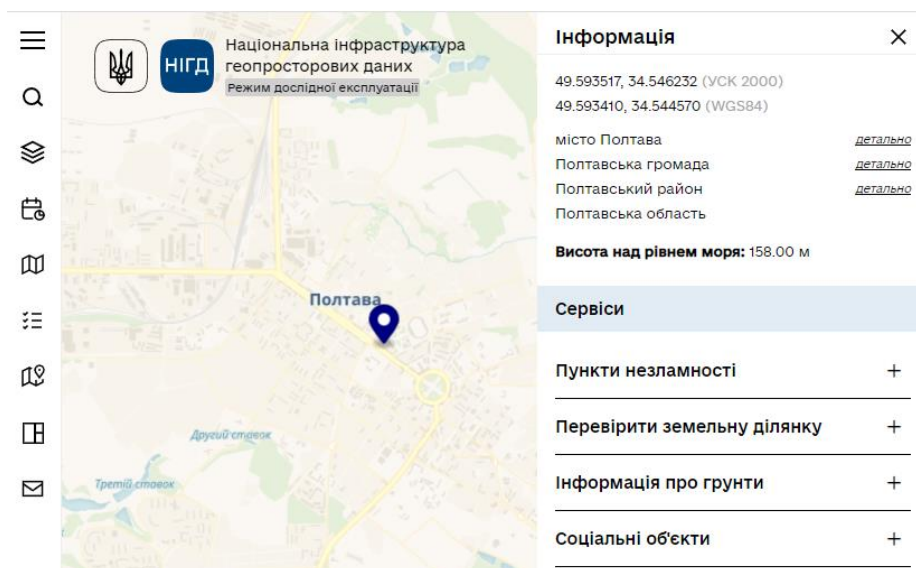


Рис. 5 Відображення даних про об’єкт на геопорталі НІГД,

<https://nsdi.gov.ua/docs/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB/map/>.

В розділі “Кейси” відображені дуже важливі та актуальні сервіси такі як: Території, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окуповані російською федерацією, Пункти незламності (Діаграма Вороного). **Damaged In** – це ортофотоплан, що показує інформацію про пошкоджену інфраструктуру на території України в результаті бойових дій. Ці дані дають можливість переглянути та проаналізувати відповідну інформацію про

руйнування, яка в майбутньому може служити корисним інструментом для відновлення постраждалих районів.

Кейс “Території, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окуповані російською федерацією” показує категорії територій на геопортальній карті, які допомагають користувачам зрозуміти ситуацію в районах, пов'язаних з бойовими діями та окупацією, і можуть бути використані для аналізу конфлікту.

Території активних бойових дій позначені помаранчевим кольором, області можливих бойових дій – жовтим кольором. Зеленим кольором виділено території, де раніше існувала загроза бойових дій, але наразі вони вже безпечні. Тимчасово окуповані російською федерацією території України позначені червоним кольором.

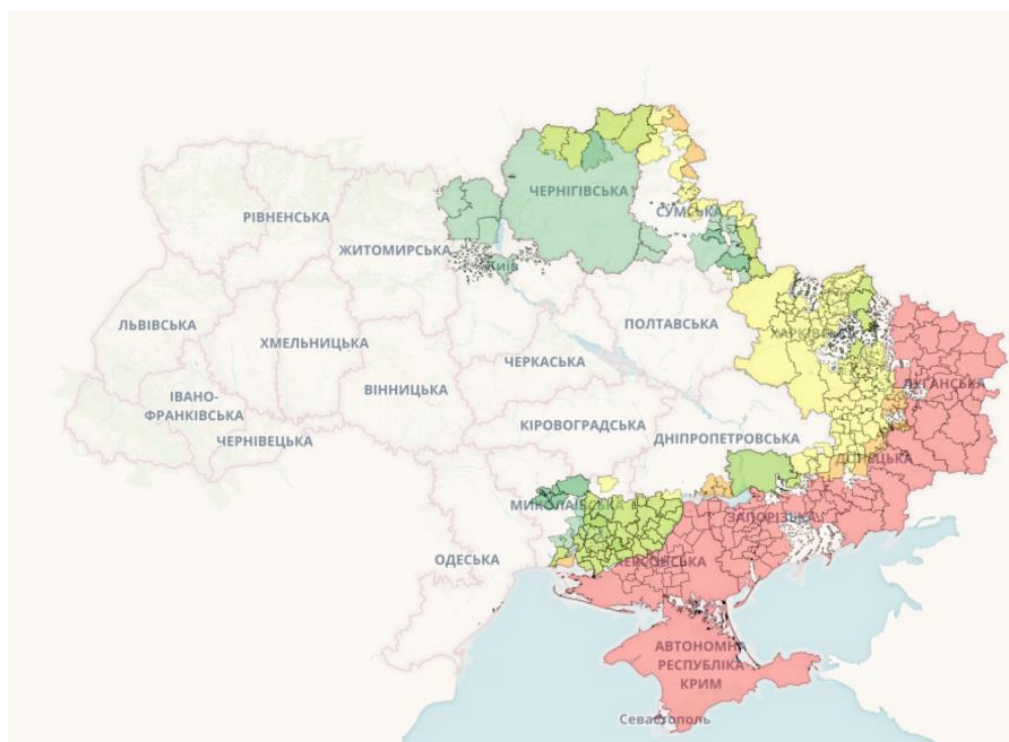


Рис. 6. Сервіс “Території, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окуповані російською федерацією”,

<https://nsdi.gov.ua/docs/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB/cases/>.

Кейс “Межі земельних ділянок” містить інформацію про: кадастровий номер, площу земельної ділянки в гектарах, форму власності, цільове використання, призначення, категорію земель, адресу.

Отже, Національна інфраструктура геопросторових даних базується та розвивається відповідно до міжнародних стандартів інфраструктури геопросторових даних, таких як ISO 19115, ISO 19119 та специфікацій Відкритого консорціуму геопросторових даних (OGC), що сприяє сумісності та інтероперабельності даних.

НІГД України має розгалужений інтегрований каталог метаданих, який охоплює дані з різних джерел та тематик, забезпечуючи централізований доступ до інформації про наявні набори геопросторових даних.

Національний геопортал має досить простий та інтуїтивний інтерфейс, що полегшує навігацію та пошук потрібної інформації. Він має багатомовну підтримку та пропонує послугу зворотного зв'язку, що дозволяє користувачам ставити запитання та отримувати допомогу. На порталі доступна детальна документація про метадані наборів геопросторових даних у форматах XML та HTML, самі набори можна безпосередньо завантажити з порталу у різних форматах, таких як GeoJSON, Shapefile, GML. Технічна документація, стандарти, специфікації про геопросторові дані НІГД та звіти, публікації про стан розвитку інфраструктури допомагають користувачам зрозуміти функції та можливості порталу.

В процесі створення НІГД, який почався майже 30 років тому як якісної системи європейського зразку довелось зіткнутись з рядом проблем – неоднорідна структура та низька операційна сумісність даних, відсутність єдиних базових наборів даних та цифрової топооснови, відсутність метаданих (деталізації про походження, якість, відповідальність), погане інституційне забезпечення (проблеми з управлінням геопорталами, відповідальністю, правилами взаємодії), проблеми нестандартних геопорталів та геоінформаційних послуг.

Головне призначення створення Національної інфраструктури геопросторових даних в Україні, що охоплює сукупність інфраструктур просторових даних різних територіальних рівнів, об'єднаних спільною концепцією та механізмами розробки й функціонування, полягає в

удосконаленні системи задоволення потреб суспільства у всіх видах географічної інформації. Розбудова такої загальнонаціональної інфраструктури даних має на меті підвищити ефективність використання просторових даних та геоінформаційних технологій для підтримки прийняття управлінських рішень органами державної влади та місцевого самоврядування, а також сприяти їх застосуванню в економічній, соціальній, екологічній, оборонній, науковій сферах в інтересах суб'єктів господарювання, науково-дослідних установ, вчених і громадян.

Для забезпечення ефективної роботи всіх держателів просторових даних, центральних органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування було використано міжнародний досвід створення ПД, враховано всі недоліки і розроблено стратегію розвитку з урахуванням поточного стану ресурсів.

Пророблена величезна робота на шляху до відповідності Української НІГД європейському зразку.

Архітектура НІГД будується за Комплексною системою геопросторової інформації ООН (IGIF), де геопортالي працюють за єдиними стандартами на національному, регіональному та місцевому рівнях. IGIF забезпечує управління земельними ресурсами та сталий розвиток шляхом планування, моніторингу, дотримання стандартів, виявлення всіх нормативних невідповідностей та інвентаризації. Розробляються прикладні сервіси з виявлення незаконних забудов, контролю за недотриманням правил формування інвестиційного паспорта.

В результаті оцінювання, проведеного за методологією IGIF, виявлено досить високий рівень розвитку стандартизації у сфері географічної інформації / геоматики та інноваційної культури, яка спирається на підтримку на національному рівні через взаємодію Держгеокадастру та Міністерства цифрової трансформації.

Слабкими сторонами розвитку НІГД є: незавершеність механізмів управління, відсутність стійкої бізнес-моделі для розвитку необхідної

інфраструктури, недорозвиненість державно-приватного партнерства і відсутність комунікаційної стратегії. Особливо необхідно відзначити недостатній рівень надання базових геопросторових даних, відставання та відсутність частини специфікацій і метаданих для геопросторових даних, що впливає на їх інтероперабельність. Загальна оцінка стану розвитку національної інфраструктури в Україні, проведена за методологією IGIF, становить 0,36 або 36%, що відповідає кваліфікації країн з “геопросторовим розривом”.

Також варто відмітити обмежену функціональність картографічного веб-переглядача, а саме можливостей візуалізації та аналізу даних. Деякі набори геопросторових даних в НІГД можуть бути не актуальними через нерегулярне оновлення даних постачальниками. Хоча НІГД України прагне інтегрувати геопросторові дані з різних джерел, на практиці деякі організації ще не повністю інтегрували свої дані в національну інфраструктуру, але йде активна робота – проводяться конференції, випускаються методичні матеріали та посібники, інструкції для держателів, виробників даних та методичні рекомендації щодо діяльності органів місцевого самоврядування у сфері НІГД, розглядаються алгоритми для усунення помилок.

Розглядаючи структуру геопорталу НІГД, слід зазначити, що компонентами, які повинні бути обов'язково стандартизованими всіма геопорталами мережі НІГД є геоінформаційні сервіси, а саме: картографічні сервіси WMS, TMS; сервіс каталогу CSW; сервіси геокодування та пошуку.

З метою подолання ряду проблем сформована законодавча база з технічними вимогами до метаданих, геоінформаційних сервісів, метаданих та забезпечення інтероперабельності. Стандартизація географічної інформації здійснюється відповідно до комплексу міжнародних стандартів ISO 19100 – “Географічна інформація/геоматика”, розроблених Технічним комітетом ISO/TC211, та за специфікаціями Відкритого геопросторового консорціуму (OGC), національних стандартів України: ДСТУ ISO 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель, ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація.

Правила моделювання геопросторових даних, стандарти серії ISO 19100, гармонізовані методом підтвердження.

Розроблено та апробовано механізм взаємодії з геопорталами містобудівного кадастру, офіційними порталами міських рад, персональними електронними кабінетами для власників, виробників та користувачів даних, сервісів доступу до геопросторових даних. Здійснено інтеграцію існуючих базових та тематичних геопросторових даних.

Загалом, створення НІГД України є важливим кроком у прийнятті ефективних управлінських рішень, але вона продовжує розвиватись та вдосконалюватись для досягнення рівня повноти, актуальності та функціональності, подібного до провідних геопорталів, таких як Geportal.de Німеччини.

Хоча НІГД України поступається геопорталу Німеччини за рівнем зручності та функціональності, вона продовжує розвиватися та вдосконалюватися, пропонуючи цінні набори геопросторових даних та документацію для користувачів в Україні. Порівнюючи НІГД України та Geportal.de Німеччини, можна запозичити практики із централізованого, стандартизованого та користувацько-орієнтованого підходу для покращення доступності, інтероперабельності, якості та зручності використання геопросторових даних в Україні, а саме: впровадження міжнародних стандартів OGC та INSPIRE для всіх геоінформаційних сервісів, доступних на платформі, удосконалення функцій візуалізації, пошуку та завантаження даних, створення мобільної версії порталу, а також забезпечення високої якості метаданих.

3.3 Тестування реалізації та інтеграції геоінформаційного сервісу геопорталу місцевого рівня в програмному середовищі QGIS

Геопортали місцевого рівня надають доступ користувачам до деталізованих наборів базових і тематичних геопросторових даних і

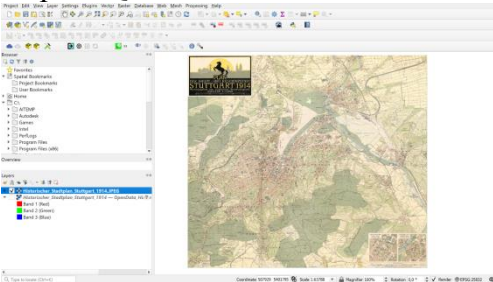

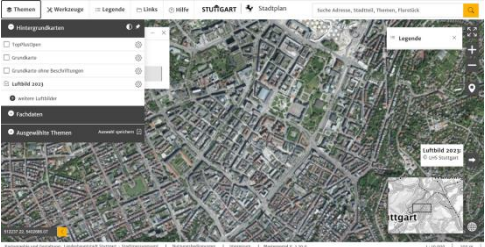
метаданих про геопросторові об'єкти на території міст, територіальних громад, селищ або сіл, держателями яких є органи місцевого самоврядування.




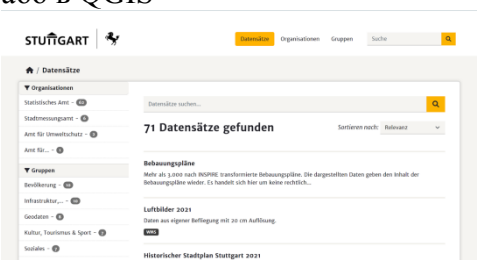
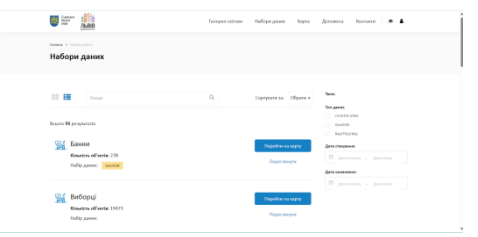
Прикладом реалізації геопорталу на місцевому рівні є публічний геопортал міста Львова, який розміщено у відкритому доступі за веб-адресою <https://map.city-adm.lviv.ua/>. Публічна частина геоінформаційної системи, призначена для задоволення потреб громадян в геопросторових даних. На геопорталі доступні 99 наборів геопросторових даних в форматах RasterTile, CircleTile, GeoJson. Шукати потрібну інформацію користувач може за категоріями наборів даних або інтерактивною картою міста Львів.

Геопортал міста Штутгарт містить відкриті адміністративні дані та в даний час знаходиться в бета-фазі і постійно розвивається. Статистичні дані представлені 71 набором даних; 4 організаціями – Управління містобудування та житлового будівництва, Управління охорони навколишнього середовища, Міський відділ вимірювання, Статистичний відділ набору даних та 12 згрупованими наборами даних за такими категоріями, як населення, здоров'я, освіта і наука, злочинність, навколишнє середовище та клімат, інфраструктура, економіка тощо.

Табл. 1 Порівняльний аналіз геопорталів міста Львів та Штутгарт

Критерії	Геопортал міста Штутгарт	Геопортал міста Львів
Посилання	https://www.stuttgart.de/leben/bauen/geoportal/	Геопортал міста Львів (city-adm.lviv.ua)
Коротка характеристика	<p>Geoportal Stuttgart пропонує широкий спектр просторових даних та послуг для району міста Штутгарт. Окрім карт міст, базових карт і аерофотознімків, ви також знайдете дані та інформацію з багатьох спеціалізованих тем у сферах планування, навколишнього середовища, транспорту та дозвілля.</p> <p>Інтерфейс досить простий для користувача, інформація на карті згрупована в категорії: фонові карти (Top Plus Open, аерофотознімки 2023, базова карта), набори даних (адміністративні межі, планування та будівництво, дозвілля</p>	<p>Інформація на геопорталі показана у вигляді шарів, серед яких: генеральний план міста, топографічний план, ортофотоплани, план зонування територій, тощо. У легенді можна знайти опис всіх символів, які з'являються на карті. Особливості геопорталу включають паспорти міських будівель, гендерно-віковий розподіл мешканців, теплова карта злочинності, історичні карти Львова та систему електронного документообігу. Основні</p>

	<p>та культура тощо). Вкладка інструментів представлена вимірювання відстаней, площ та координат; можливістю додавання WMS-сервіса на карту; друком карти; імпортом файлів; часовим рядом змін в інфраструктурі міста з 2006 року.</p>	<p>інструменти включають вимірювання відстаней і площ, порівняння шарів і накладання шарів. Також на геопорталі можна знайти інформацію про соціально-культурні об’єкти, дані ДЗК, планувальні обмеження, моніторинг розвитку забудови, реєстри дозвільних документів.</p>
<p>Додаткові можливості</p>	<p>На сайті є можливість перегляду 3D плану міста на вкладці “посилання” https://3d.stuttgart.de/ .</p> <p>Найвні шари 3D карти: текстура земної поверхні, будівлі і mesh покриття – це покриття всієї 3D моделі міста ортофото і знімками будівель для створення реалістичного зображення 3D моделі (ДОДАТОК Б).</p> <p>Також функціонує міський архів The Stadtlexikon Stuttgart, на якому розміщені історичні карти міста, біографії відомих постатей та статті. Можливе підключення історичної карти 1914 року як векторний шар до QGIS.</p> 	<p>Історична мапа міста Львів, що додається як шар на карту 1931 року</p>  <p>Ресурс “Галерея світлин” містить набори з історичними, службовими та авторськими фото об’єктів культури за хронологією.</p>
<p>Шари</p>	<p>План міста Штутгарт https://maps.stuttgart.de/stadtplan/</p>  <p>Базові шари складаються з ортофотошару 2023 року, базової карти (з підписами і без), Open Street Maps. Не включений кадастровий план.</p> <p>Категорії даних (тематичні шари):</p> <ul style="list-style-type: none"> - адміністративні кордони та височини, - дозвілля та культура (об’єкти культури, 	<p>Базовими картами є : Open Street Maps та оглядова карта України. Серед офіційних шарів: соціально-культурні об’єкти, адресний реєстр, безпека, відпочинок, водопостачання, гаряча лінія, демографія (статеві-вікова структура населення), додаткові (карта зелених зв’язків, ботанічні парки, парки, сквери, перелік майданчиків\локацій з контейнерами для органічних відходів на території Львова), економіка, зонінг, індекс якості життя, історична спадщина, МТГ (громади, населені пункти, офіси</p>

	<p>природа та дозвілля, спорт та ігри, туризм, маршрути для походів і тематичні веломаршрути);</p> <ul style="list-style-type: none"> - життя та мешкання (посольства, освіта, релігія, медицина, повторна переробка, безпека, вибірчі дільниці/вибори), - природа та довкілля (види дерев, ризик повені, шум, забруднення повітря, захист природи, клімат міста, небезпека затоплення через сильний дощ, джерела води), - плани і забудови (енергія, нерухомість), - транспорт (рух з автомобілем /велосипедний рух) 	<p>громад), муніципальні проекти, освіта, районування міста, транспорт.</p> <p>Присутні тематичні карти: реєстр адрес, вулиць; рекламні об'єкти; безпека; велоінфраструктура; відпочинок, Львів історичний та звернення громадян</p>
<p>Функці онал карти</p>	<p>Перемикання між різними ортофотопланами - від новішого до старішого</p>  <p>Можна додати WMS шар до існуючої карти для подальшого перегляду</p> 	<p>Через специфікацію можна отримати доступ до ряду геоінформаційних сервісів (WMS, WMTS). Веб-сервіси з наборами геоданих різних категорій можна додати на карту</p> 
<p>Пошук ресурсі в</p>	<p>На геопорталі можна знайти набори даних за категоріями/організаціями та завантажити посилання на карту або в QGIS</p>  <p>Є можливість завантаження та перегляду кадастрової карти (ALTKIS)</p>	<p>На геопорталі є можливість підключення потрібного шару в програмному середовищі QGIS</p> 

Протестуємо сервіс геопорталу міста Штутгарт в програмному забезпеченні QGIS. Для цього на геопорталі оберемо XML-файл WMS-сервісу аерофотознімків за 2021р.

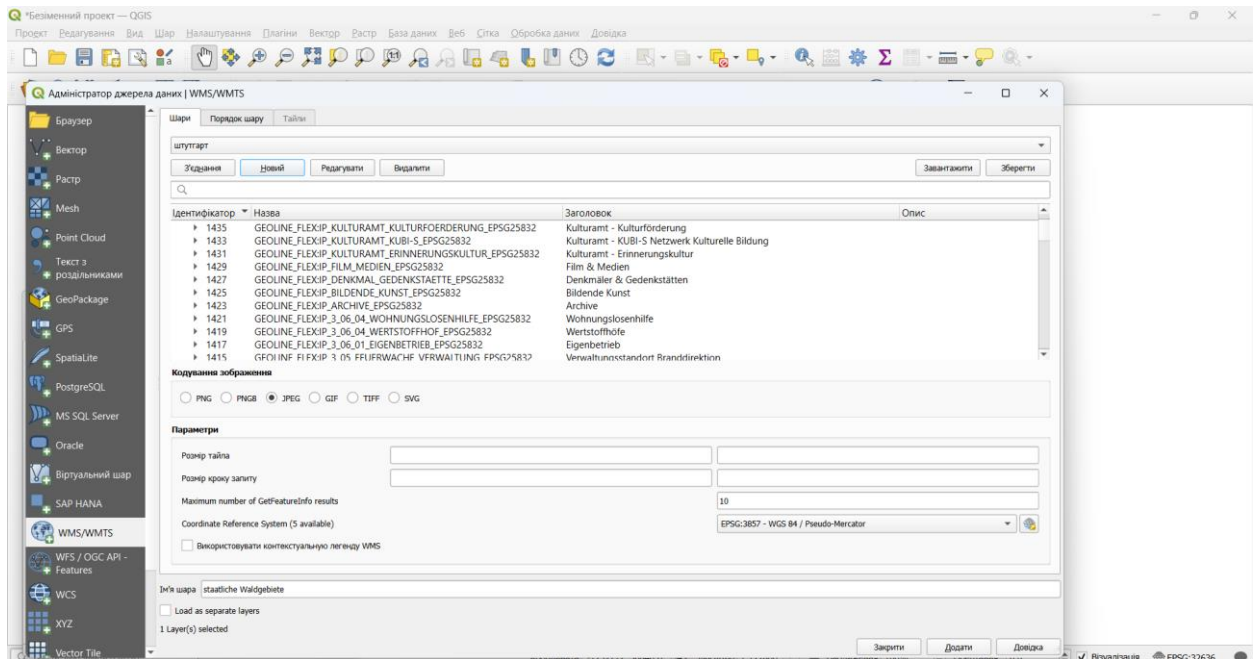
<https://geoserver.stuttgart.de/geoserver/ows?service=WMS&version=1.3.0&request=GetCapabilities>.



```
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.
▼ WMS_Capabilities xmlns="http://www.opengis.net/wms" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" version="1.3.0" updateSequence="50494"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wms http://geoserver.stuttgart.de/geoserver/schemas/wms/1.3.0/capabilities_1_3_0.xsd"
▼ <Service>
  <Name>WMS</Name>
  <Title/>
  <Abstract/>
  <KeywordList/>
  <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="https://geoserver.stuttgart.de/geoserver/wms?SERVICE=WMS"/>
▼ <ContactInformation>
  ▼ <ContactPersonPrimary>
    <ContactPerson>Geodatenmanagement Stadtmessungsamt Stuttgart</ContactPerson>
    <ContactOrganization>Landeshauptstadt Stuttgart, Stadtmessungsamt</ContactOrganization>
  </ContactPersonPrimary>
  <ContactPosition>Geodatenvertreiber</ContactPosition>
▼ <ContactAddress>
  <AddressType/>
  <Address>Kronenstr. 20</Address>
  <City>Stuttgart</City>
  <StateOrProvince>BW</StateOrProvince>
  <PostCode>70173</PostCode>
  <Country>DE</Country>
</ContactAddress>
  <ContactVoiceTelephone/>
  <ContactFacsimileTelephone/>
  <ContactElectronicMailAddress>poststelle.62-geodatenmanagement@stuttgart.de</ContactElectronicMailAddress>
</ContactInformation>
  <Fees>Für alle nicht abgesicherten Dienste gelten folgende Nutzungsbedingungen: https://www.stuttgart.de/geodaten-nutzungsbedingungen.php</Fees>
  <AccessConstraints>https://opendata.stuttgart.de/about/AccessConstraints
</Service>
▼ <Capability>
  <Request>
  ▼ <GetCapabilities>
    <Format>text/xml</Format>
  ▼ <DCPType>
    ▼ <HTTP>
      ▼ <Get>
        <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="https://geoserver.stuttgart.de/geoserver/ows?SERVICE=WMS"/>
      </Get>
      ▼ <Post>
        <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="https://geoserver.stuttgart.de/geoserver/ows?SERVICE=WMS"/>
      </Post>
    </HTTP>
  </DCPType>
</Request>
</Capability>
```

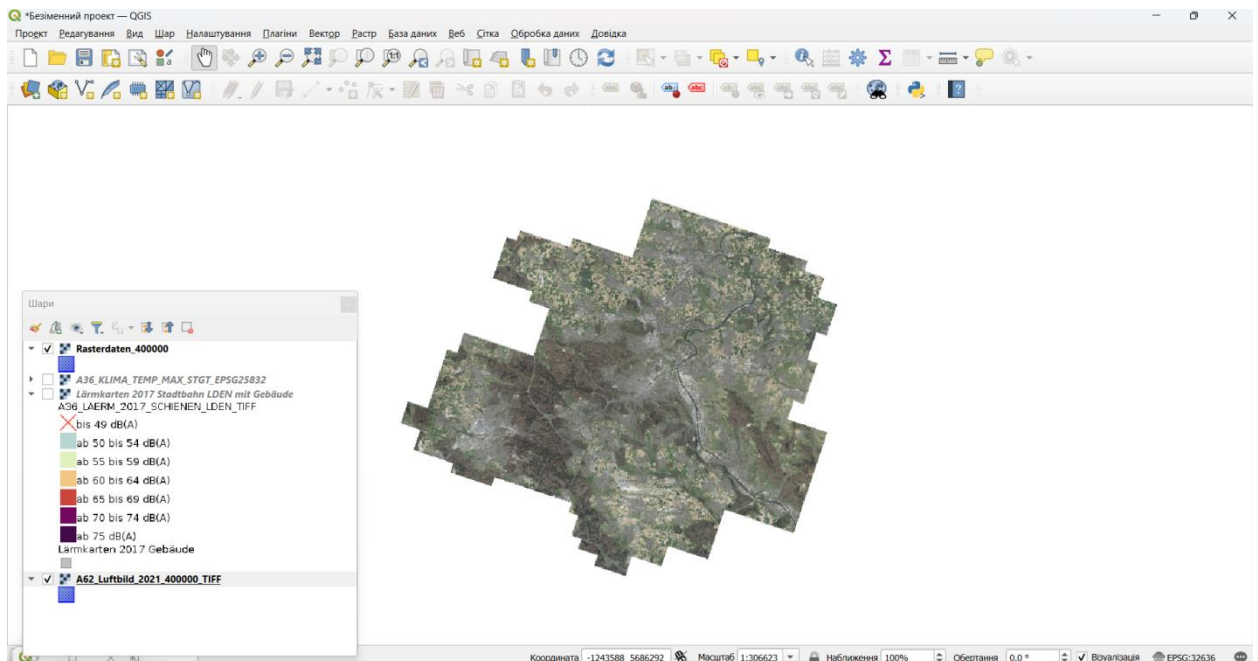
Запустимо програму QGIS та на вкладці “Шари” натиснемо “Додати Шар WMS/WMTS”. Створюємо WMS з’єднання таким шляхом: натиснемо на клавішу “Новий” та введемо посилання в рядок URL, вводимо назву та тиснемо “ОК”.

В спадаючому списку бачимо перелік з 1485 наборів даних у форматах PNG, JPEG, TIFF, GIF, SVG, які можна додати в проект.

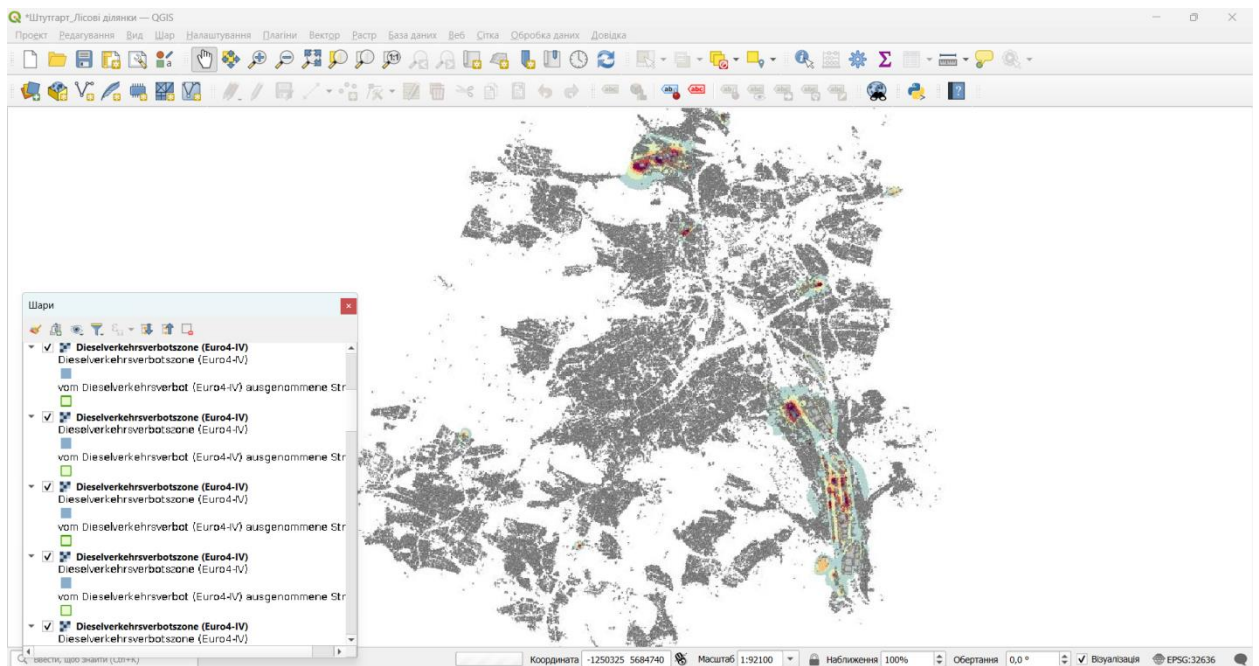


Даний набір охоплює величезний спектр картографічної інформації по місту – теплові карти, аерофотознімки з 2013 по 2021 рік, карти шуму (міська залізниця з будівлями), виборчі округи та ділянки, велодоріжки, карти рельєфу, доріг, гідрографії, тощо.

Підвантажимо аерофотознімок в масштабі 1:400000.



Таким чином виглядає карта шуму промислових районів з будівлями з градацією від 45 до 75 децибел, виділені зони заборони руху на дизельних двигунах.



Бачимо, що шари даних коректно відображаються в програмному середовищі QGIS. Кольорова гама та умовні позначення збігаються з описом в метаданих файлу GetCapabilities.

Файл GetCapabilities містить докладні метадані по кожному шару – назву, опис, обмежуючий прямокутник, систему координат, стиль відображення. Також є пошук по назвах шарів. Метадані читабельні і структуровані згідно специфікації OGC.

Підсумовуючи, WMS-сервіс геопорталу Штутгарта успішно протестований у QGIS. Він доступний, працює стабільно, забезпечує коректну візуалізацію растрових шарів, містить повні метадані і зручні засоби їх пошуку. Для отримання векторних даних слід використовувати WFS.

На геопорталі міста Львів також представлений широкий вибір WMS\WMTS-сервісів для різних наборів даних, які підтримуються QGIS, але в зв'язку з воєнними діями доступ до їх використання обмежений для громадськості.

Отже, бачимо, що більшість веб-сервісів на порталі Львова є стандартизованими, тому є сумісними з різними ГІС-платформами, в тому числі і QGIS. Користувач отримує доступ до актуальних та різноманітних за

форматами і змістом наборів геопросторових даних та має можливість використати їх у ГІС-додатках. Застосування веб-сервісів дозволяє поєднувати локальні та віддалені набори даних для комплексного аналізу та підвищує продуктивність роботи за рахунок передачі частини обчислювальних операцій на сервер.

Висновки до розділу

1. Веб-сервіси є ефективним рішенням для інтеграції гетерогенних систем на основі відкритих стандартів, адже забезпечують взаємодію між машинами в мережі незалежно від використовуваної платформи чи мови програмування. Архітектура веб-сервісів включає три компоненти: запитувач, постачальник та посередник послуг, що комунікують за допомогою протоколів SOAP, WSDL та UDDI.

Веб-сервіси Open Geospatial Consortium (OGC) розробляються з використанням мов розмітки XML та GML, протоколів передачі даних HTTP та SOAP, а інтерфейс описується у документі WSDL. Застосування веб-сервісної архітектури на основі стандартів OGC є обґрунтованим вибором для розробки геоінформаційних сервісів, оскільки забезпечує інтероперабельність, гнучкість та незалежність від платформи.

2. Geoportal.de є зрілим і функціональним національним геопорталом Німеччини, що інтегрує понад 100 тисяч наборів геопросторових даних та 187 тисяч геоінформаційних сервісів від різних органів влади та відомств. Він відповідає вимогам Директиви INSPIRE та базується на стандартах OGC. Національна інфраструктура геопросторових даних України (НІГД) знаходиться на ранній стадії розвитку, однак активно розбудовується відповідно до міжнародних стандартів та практик. На національному геопорталі вже доступно понад 1000 наборів геоданих і 35 тисяч метаданих. Для подальшого вдосконалення НІГД України доцільно запозичити кращі практики Geoportal.de, зокрема: повну відповідність стандартам OGC та

INSPIRE, покращення функцій візуалізації та пошуку, створення мобільної версії, забезпечення високої якості метаданих.

3. Геопортали місцевого рівня пропонують широкий вибір наборів геопросторових даних, згрупованих за різними категоріями та тематиками, які можна переглядати та додавати як шари на інтерактивній карті. Вони забезпечують ефективний доступ до різноманітних наборів геопросторових даних та метаданих для задоволення потреб користувачів. Використання стандартизованих веб-сервісів, таких як WMS та WMTS, дозволяє інтегрувати дані геопорталів з різними ГІС-платформами, зокрема QGIS, для комплексного аналізу та підвищення продуктивності роботи. Успішне тестування геопорталу Штутгарта у QGIS демонструє коректне відображення даних та доступ до метаданих, що забезпечує зручність використання для користувачів. Геопортал Львова також підтримує стандартизовані веб-сервіси, сумісні з різними ГІС-платформами, які можуть використовуватись для потреб громадськості.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження розкрито сутність інфраструктури геопросторових даних як комплексу наборів геопросторових даних, метаданих і сервісів для відкритого стандартизованого доступу, використання, зберігання і розповсюдження широким колом користувачів цифрових геопросторових ресурсів. Встановлено, що ПІД – це важливий елемент електронного урядування, що сприяє підвищенню прозорості урядової діяльності, зменшенню часу для вирішення прикладних задач та розширенню участі громадськості.

Визначено, що стандартизація географічної інформації є ключем до забезпечення інтероперабельності даних інфраструктури геопросторових даних та ґрунтується на комплексі міжнародних стандартів ISO 19100, специфікаціях Open Geospatial Consortium (OGC). Консорціуму Всесвітньої павутини (W3C) за Директивою INSPIRE. Стандартизований сервіс можна використовувати в різних системах і отримувати за певними запитами до геопорталу, геоінформаційних систем інформацію на перегляд, на завантаження і обмінюватись даними не через флешку, а саме в єдиному інформаційному просторі без втрат інформації і для підвищення швидкого зручного обміну.

Охарактеризовано сервіс-орієнтований підхід до забезпечення інтероперабельності в НІГД та визначено інтероперабельність геопросторових даних та геоінформаційних сервісів як ключову властивість компонентів національної інфраструктури просторових даних, реалізація якої забезпечує інтеграцію геопросторових наборів даних та взаємодію геоінформаційних служб різних держателів даних НІГД без повторних ручних трудомістких операцій. В основі всього лежить інтероперабельність, яка базується на стандартах. Дотримання вимог OGC забезпечує сумісність геоінформаційних сервісів з різними ГІС-платформами, спрощує інтеграцію даних та підвищує ефективність обміну геопросторовою інформацією між різними організаціями та користувачами.

Досліджено склад, структуру та функції геоінформаційних сервісів ПІД та вказано, що національний геопортал проектується у відповідності до вимог 3-го покоління розвитку інфраструктур геопросторових даних і розробляється за сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA) та загальними принципами реалізації геоінформаційних сервісів. Архітектура Національного геопорталу, що забезпечує безперервне функціонування НІГД складається з трьох рівнів – засоби для підтримки клієнта, веб-сервер із сервером прикладних застосунків та веб-геосервісами, сервер сховища даних із засобами адміністрування геопорталу. Геоінформаційні сервіси картографічної візуалізації геопросторових даних WMS, WMTS та веб-сервіси векторних форматів WFS, WGS та WCS використовуються для розповсюдження наборів геопросторових даних у цифрових форматах через геопортали.

Систематизовано вітчизняний та зарубіжний досвід розвитку ПІД на глобальному, національному та місцевому рівнях та зроблено висновок, що хоча ініціативи зі створення інфраструктури просторових даних використовують європейські та подібні міжнародні технології та стандарти, їхні різноманітні особливості відображають різні традиції, культури та соціально-економічні моделі, а також різні способи управління геопросторовими даними в конкретних країнах.

Визначено типологію, функціональність та реалізацію геоінформаційних сервісів у сервіс-орієнтованій архітектурі ПІД як інструмента для маніпулювання, перетворення, зберігання та обміну географічною інформацією. Архітектурна еталонна модель визначає загальні типи інтерфейсів, що використовуються геоінформаційними сервісами для доступу до них, та метод встановлення вимог до стандартизації цих інтерфейсів. За її розширеною моделлю доступ до наборів геопросторових даних і метаданих надається з використанням внутрішніх, додаткових та зовнішніх геоінформаційних сервісів геопорталу. Зовнішні сервіси забезпечують розподілене зберігання та обслуговування геопросторових

даних, а також централізований доступ до них з геопорталу через технологію шлюзування та зв'язування геоінформаційних сервісів.

Успішно протестовано стандартизований WMS-сервіс геопорталу місцевого рівня Штутгарта, який розроблено за специфікаціями OGC, завдяки чому легко і оперативно інтегрується в програмне середовище QGIS, демонструє коректне відображення даних та доступ до метаданих та є зручним у використанні користувачами. Порівняльна характеристика геопорталів міст Львова та Штутгарта дає змогу зробити висновок, що дані геопортали місцевого рівня пропонують широкий вибір наборів геопросторових даних, згрупованих за різними категоріями та тематиками для задоволення потреб громадськості. Використання стандартизованих веб-сервісів, таких як WMS та WMTS, дозволяє інтегрувати дані геопорталів з різними ГІС-платформами, зокрема QGIS, для комплексного аналізу та підвищення продуктивності роботи.

Проведено порівняльний аналіз геопорталів Німеччини та України та їх геоінформаційних сервісів під час якого охарактеризовано функціонал, можливості, склад відомостей, рівень забезпечення сумісності, якості, відкритості каталогів метаданих та наборів даних національних геопорталів країн. Geoportal.de є повнофункціональною платформою Німеччини, що інтегрує понад 100 тисяч наборів геопросторових даних та 187 тисяч геоінформаційних сервісів від різних органів влади та відомств. Він відповідає вимогам Директиви INSPIRE та базується на стандартах OGC.

НІГД стрімко розвивається відповідно до міжнародних стандартів інфраструктури геопросторових даних, таких як ISO 19115, ISO 19119 та специфікацій Відкритого консорціуму геопросторових даних (OGC), що сприяє сумісності та інтероперабельності даних. Архітектура НІГД будується за Комплексною системою геопросторової інформації ООН (IGIF), де геопортали працюють за єдиними правилами на національному, регіональному та місцевому рівнях.

За методикою IGIF НІГД України все ще входить до країн з “геопросторовим розривом”. Варто звернути увагу на такі проблеми як неналежний рівень забезпеченості базовими геопросторовими даними, відставання або відсутність специфікацій та метаданих для геопросторових даних, що спричиняє неінтероперабельність і недоступність даних на геопорталах. Слабкі сторони розвитку НІГД полягають у незавершеності механізмів управління, відсутності стійкої бізнес-моделі для розвитку необхідної інфраструктури, нерозвиненості партнерства між державним та приватним секторами та відсутності комунікаційної стратегії.

Також варто відмітити обмежену функціональність картографічного веб-переглядача, а саме можливостей візуалізації та аналізу даних. Деякі набори геопросторових даних в НІГД можуть бути не актуальними через нерегулярне оновлення даних постачальниками. Хоча НІГД України прагне інтегрувати геопросторові дані з різних джерел, на практиці деякі організації ще не повністю інтегрували свої дані в національну інфраструктуру, але йде активна робота – проводяться конференції, випускаються методичні матеріали та посібники, інструкції для держателів, виробників даних та методичні рекомендації щодо діяльності органів місцевого самоврядування у сфері НІГД, розглядаються алгоритми для усунення помилок.

Розглядаючи структуру геопорталу НІГД, слід зазначити, що компонентами, які повинні бути обов'язково стандартизованими всіма геопорталами мережі НІГД є геоінформаційні сервіси, а саме: картографічні сервіси WMS, TMS; сервіс каталогу CSW; сервіси геокодування та пошуку.

Стандарти OGC діють і достатні для реалізації повного набору веб-сервісів і API, проте стандарти безперервно підтримуються і вдосконалюються, як і веб-сервіси, що потребують активного технічного обслуговування та еволюції. Новаторською ініціативою, яку можна застосувати в розвитку НІГД є впровадження штучного інтелекту та хмарних сервісів для збереження та опрацювання різних типів даних. Використання штучного інтелекту (ШІ) дозволяє системам автоматично навчатися і

вдосконалюватися без видимого програмування або втручання людини. Нині OGC в співпраці з Natural Resources Canada ведеться робота над інтеграцією інструментів (ШІ) в веб-сервіси OGC (OWS) та створення і розширення стандартів OGC для їх підтримки додатками.

Незважаючи на різницю в поточному стані розвитку, імплементація передового досвіду та активна робота над НІГД України дозволить в майбутньому досягти рівня повноти, актуальності та функціональності, подібного до провідних геопорталів. Врахування принципів і методологій, що пропонують ці міжнародні політики важливі для подальшої інтеграції на міжнародному рівні. Верифікація і підвищення якості даних на національному, регіональному і місцевому рівнях до рівня INSPIRE та IGIF вирішує питання обміну даними з державами усього світу.

Незважаючи на тяжкі обставини, в яких сьогодні опинилась Україна національна інфраструктура геопросторових даних розвивається в напрямку Європейської інтеграції та модернізації такої ІПД, яка буде сприяти цілісності даних і надавати зацікавленим сторонам потрібну інформацію в потрібний час на різних пристроях і платформах, включаючи смартфони. Вона орієнтована на громаду, підтримує зв'язки між існуючими ініціативами щодо даних та перебуває в тісних відносинах з місцевими, регіональними, національними та міжнародними органами. В такій системі обмін даними здійснюється в сумісний, відповідний, ефективний і безпечний спосіб, з забезпеченням всіх прав власників даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Директива Європейського Парламенту і Ради 2007/2/ЄС від 14 березня 2007 року про створення Інфраструктури просторової інформації у Європейському Співтоваристві (INSPIRE) : Директива Європ. Союзу від 14.03.2007 р. № 2007/2/ЄС. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_002-07#Text
2. Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних : Постанова Каб. Міністрів України від 26.05.2021 р. № 532 : станом на 20 лют. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-п#Text>
3. Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних : Наказ Всі міжнар. док. від 10.11.2021 р. № 347. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0021-22#Text>
4. Про національну інфраструктуру геопросторових даних: Закон України від 13.04.2020 р. № 37 : станом на 31 груд. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-IX>.
5. Технічні вимоги до геоінформаційних сервісів геопорталів національної інфраструктури геопросторових даних : Наказ Мінагрополітики від 10.11.2021 р. № 347. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0023-22#Text>
6. Технічні вимоги до специфікацій геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних : Наказ Всі міжнар. док. від 10.11.2021 р. № 347. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0022-22#Text>
7. Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів : Наказ Мінагрополітики від 10.11.2021 р. № 347. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0024-22#Text>
8. Шарий Г. І., Тимошевський В. В., Щепак В. В. ГІС в кадастрових системах: навчальний посібник: навч. Посіб. Полтава, 2017. 230 с. URL: https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/4131/1/НАВЧ_ПОС_ГІС.pdf

9. Ю. О. Карпінський А. А. Лященко Н. Ю. Лазоренко-Гевель. Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2023. 152 с.
10. Ю. О. Карпінський, Д. О. Кінь. Методичні рекомендації щодо діяльності органів місцевого самоврядування у сфері НІГД: практичний посібник. : навч. посіб. Київ, 2023. 276 с. URL: https://land.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/posibnyk-gromadam-nigd_fin.pdf.
11. Ю. О. Карпінський та ін. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2023. 302 с.
12. A. Annonia M. Craglia. A European perspective on Digital Earth. International Journal of Digital Earth. 2015. 4. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/17538947.2011.582888?needAccess=true>.
13. DM-60 - Spatial Data Infrastructures | GIS&T Body of Knowledge. University Consortium for Geographic Science | GIS&T Body of Knowledge. URL: <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/spatial-data-infrastructures>
14. GDI-DE News 04-2024. URL: https://www.gdi-de.org/download/2024-04/24-04_GDI-DE_News.pdf
15. GeoNetwork opensource. Maps and dataset visualisation. URL: <https://geonetwork-opensource.org/>
16. GSDI - About GSDI. GSDI - Home. URL: <http://gsdi.org/index.php/about-gsdi.html>
17. INSPIRE Geoportal. INSPIRE Geoportal. URL: <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/srv/eng/catalog.search#/home>
18. King R. D. On the Role of Assertions for Conceptual Modeling as Enablers of Composable Simulation Solutions : Doctoral dissertation. Norfolk, 2009. URL: <https://doi.org/10.25777/vqkg-w054>.
19. Lyubka Pashova. A brief overview of current status of European spatial data infrastructures – relevant developments and perspectives for Bulgaria. Geo-spatial

- information science, 2017Vol. 20, no. 2, 97–108. 2017. URL: <https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1323524>
20. Modernizing SDI: Enabling Data Interoperability for Regional Assessments and Cumulative Effects CDS, 2021. URL: <https://docs.ogc.org/per/21-013.html>
21. OGC® Catalogue Services 3.0 Specification - HTTP Protocol Binding. 12-176r7.Effective from 2016-02-23. Official edition. 2016. 130 c. URL: <http://docs.opengeospatial.org/is/12-176r7/12-176r7.html>.
22. OGC 07-110r4. CSW-ebRIM Registry Service - Part 1: ebRIM profile of CSW. Effective from 2009-05-02. Official edition. 2009. 54 c.
23. Open Source Geospatial Foundation. Web Feature Service (WFS). GeoServer. URL: <https://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wfs/reference>.
24. Open Source Geospatial Foundation. Web Processing Service (WPS). GeoServer. URL: <https://docs.geoserver.org/latest/en/user/services/wps/operations.html>
25. Schrack A. Europe’s INSPIRE Directive: How It Works. FME: by safe software. URL: <https://fme.safe.com/blog/2021/02/europes-inspire-directive-works/>.
26. Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1. Effective from 2016-05-08. Official edition. URL: <https://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508/>
27. THE EVOLUTION OF MODERN CADASTRES. Ian Phillip Williamson. Journal of Land Use Policy. 2000. P. 13. URL: https://www.researchgate.net/publication/228970110_The_evolution_of_modern_cadastres
28. Tolk A. Architecture constraints for Interoperability and composability in a smart grid. URL: https://www.researchgate.net/publication/224178883_Architecture_constraints_for_Interoperability_and_composability_in_a_smart_grid#pf2
- A.
29. United Nations Integrated Geospatial Information Framework (UN-IGIF). URL: <https://ggim.un.org/UN-IGIF/>

30. Viktorija Boltunova1 Natalya Prokofyeva. Analysis and Selection of Web ServiceTechnologies. Environment. Technology. Resources, (2017), Volume II, 18-23. 2017. URL: <https://doi.org/https://doi.org10.17770/etr2017vol2.2540>.

ДОДАТКИ

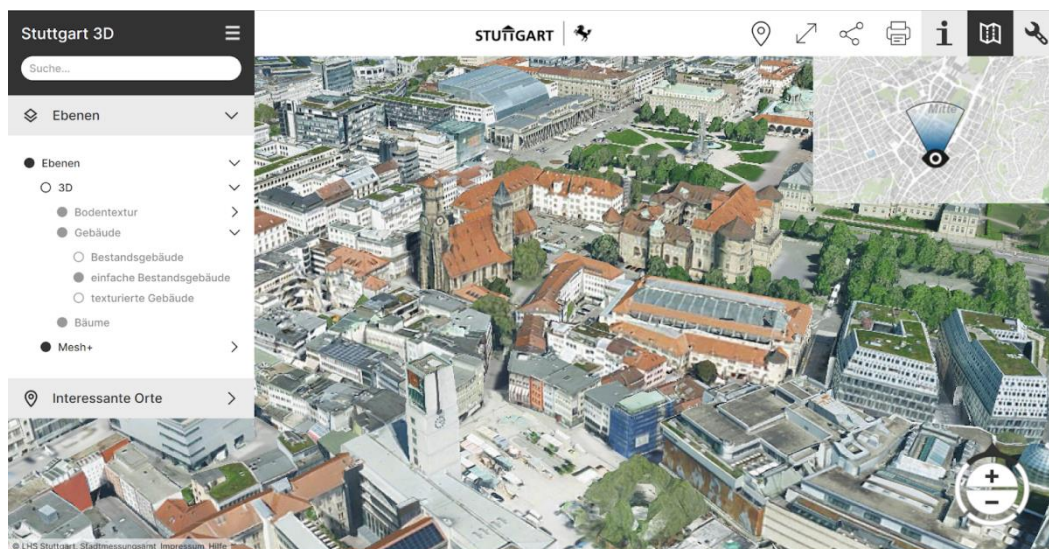
ДОДАТОК А. Фрагмент метаданих у форматі XML геопросторового сервісу від NOAA National Weather Service США який описує дані з цифрової бази даних прогнозів метеорологічної служби (NWS).

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

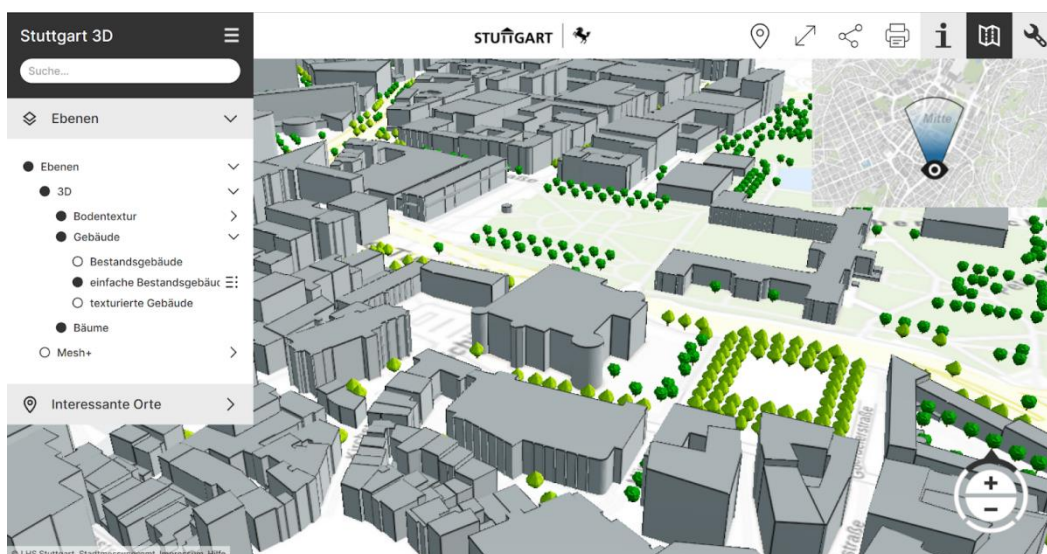
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<dwml xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" version="1.0"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="https://digital.mdl.nws.noaa.gov/xml/schema/DWML.xsd">
  <head>
    <product srsName="WGS 1984" concise-name="time-series" operational-mode="official">
      <title>NOAA's National Weather Service Forecast Data</title>
      <field>meteorological</field>
      <category>forecast</category>
      <creation-date refresh-frequency="PT30M">2024-05-06T15:39:20Z</creation-date>
    </product>
    <source>
      <more-information>https://digital.mdl.nws.noaa.gov/xml/</more-information>
    </source>
    <production-center>
      <center>
        <name>Meteorological Development Laboratory</name>
        <sub-center>Weather Information Applications Division</sub-center>
      </center>
      <disclaimer>http://www.nws.noaa.gov/disclaimer.html</disclaimer>
      <credit>https://www.weather.gov/</credit>
      <credit-logo>https://www.weather.gov/logorequest</credit-logo>
      <feedback>https://www.weather.gov/contact</feedback>
    </production-center>
  </head>
  <data>
    <location>
      <location-key>point1</location-key>
      <point latitude="38.99" longitude="-77.01"/>
    </location>
    <moreWeatherInformation applicable-location="point1">http://forecast.weather.gov/MapClick.php?textField1=38.99&textField2=-77.01</moreWeatherInformation>
    <time-layout time-coordinate="local" summarization="none">
      <layout-key>k-p24h-n7-1</layout-key>
      <start-valid-time>2024-05-06T08:00:00-04:00</start-valid-time>
      <end-valid-time>2024-05-06T20:00:00-04:00</end-valid-time>
      <start-valid-time>2024-05-07T08:00:00-04:00</start-valid-time>
      <end-valid-time>2024-05-07T20:00:00-04:00</end-valid-time>
      <start-valid-time>2024-05-08T08:00:00-04:00</start-valid-time>
      <end-valid-time>2024-05-08T20:00:00-04:00</end-valid-time>
      <start-valid-time>2024-05-09T08:00:00-04:00</start-valid-time>
      <end-valid-time>2024-05-09T20:00:00-04:00</end-valid-time>
      <start-valid-time>2024-05-10T08:00:00-04:00</start-valid-time>
      <end-valid-time>2024-05-10T20:00:00-04:00</end-valid-time>
      <start-valid-time>2024-05-11T08:00:00-04:00</start-valid-time>
      <end-valid-time>2024-05-11T20:00:00-04:00</end-valid-time>
      <start-valid-time>2024-05-12T08:00:00-04:00</start-valid-time>
      <end-valid-time>2024-05-12T20:00:00-04:00</end-valid-time>
    </time-layout>
  </data>
</dwml>
```

ДОДАТОК Б. Модуль геопорталу Штуттгарт 3D

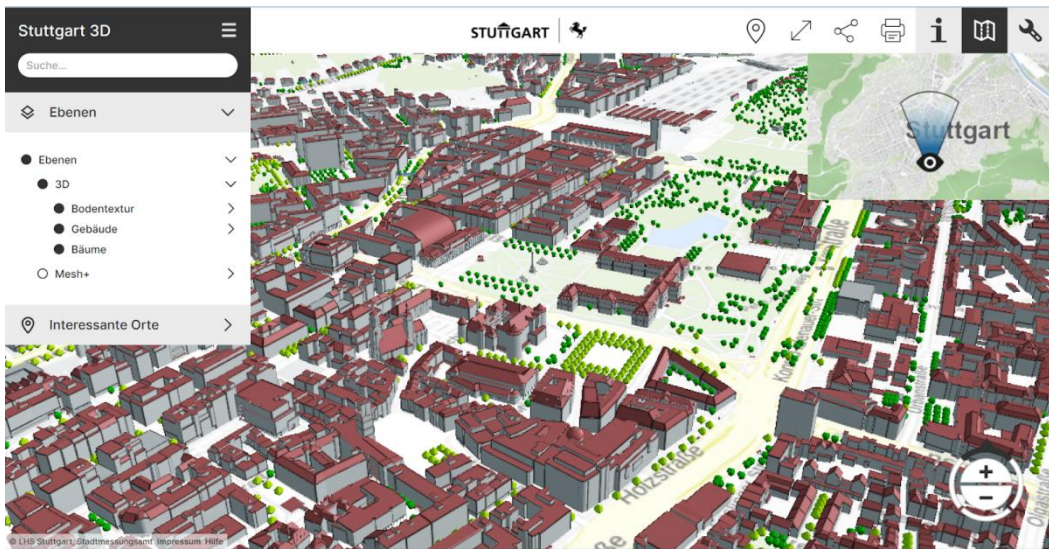
Шар Mesh-3D покриття виглядає наступним чином:



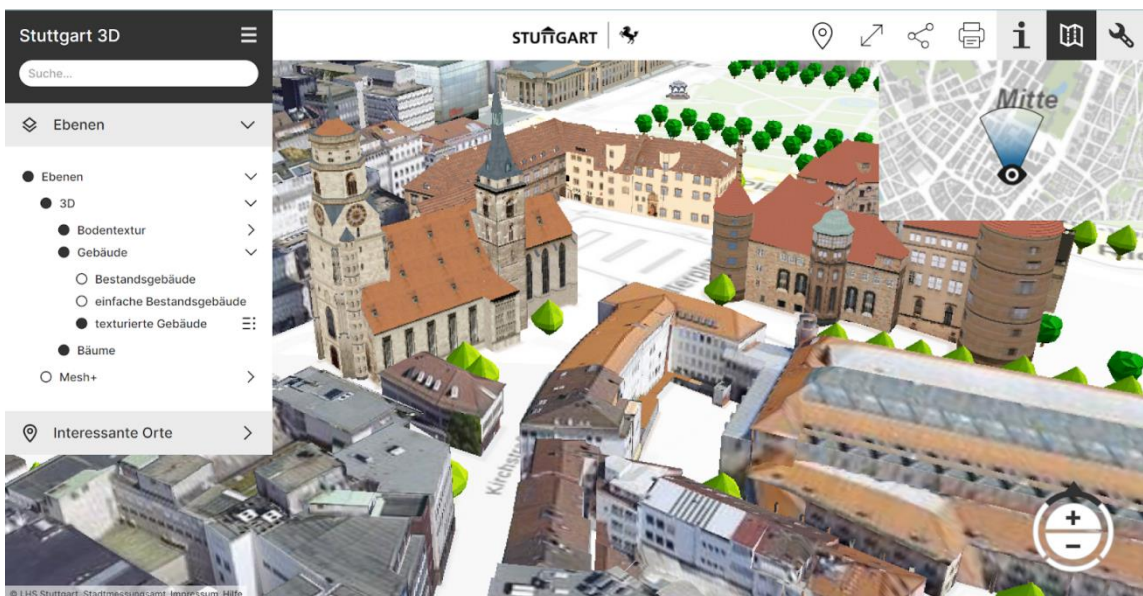
На веб-ресурсі пропонуються три види будівель. 3D модель рівня деталізації 1 – це спрощене кубічне зображення будівель та їх структури без відображення форми даху.



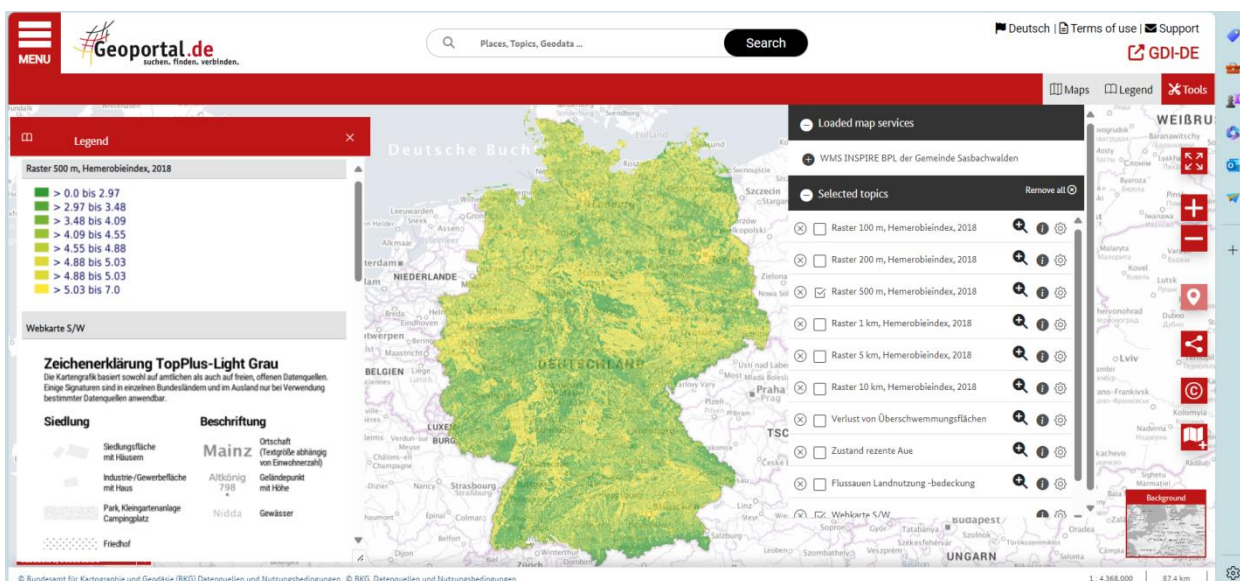
3D модель забудови рівня деталізації 3 - це спрощене кубічне зображення будівель та їх структури з відображення форми даху червоним кольором).



Шар “Текстурна забудова” базується на основі висотних позначень за зніманням LAS, де сенсор фіксує значення висоти кожен метр та створює висотну сітку) та ортофотознімків.



ДОДАТОК В



Моніторинг розвитку населених пунктів та відкритих просторів на геопорталі ІПД Німеччини Geoportals.de.

Моніторинг розвитку населених пунктів та відкритих просторів (IOER Monitor) – це наукова служба Інституту екологічного міського та регіонального розвитку ім. Лейбніца (IOER). Він надає інформацію про земельну структуру та її розвиток у Федеративній Республіці Німеччина. Як спеціалізована інформаційна система з питань земельного покриття та землекористування, вона орієнтована на науку, адміністрацію, бізнес та громадськість. Вона доповнює офіційну земельну статистику та еколого-економічні рахунки базовою інформацією для оцінки розвитку земельних ресурсів, особливо з точки зору їхньої сталості. Монітор Інституту є постійним науковим сервісом Інституту, який надає політичні та соціальні консультації на основі досліджень. Монітор ІЕД постійно розвивається і доповнюється, з 2013 року він також включає індикатори на основі будівель, поселенських структурних індикаторів та інтерактивну детальну програму перегляду на основі WebGIS.