

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка

Географічний факультет
Кафедра конструктивної географії і картографії

Допущено до захисту
Завідувач кафедри
д. геогр. наук Є. А. Іванов

_____ 2022 р.
"___" _____

Ваньо Назар Олегович

РОЗРОБКА ГЕОПОРТАЛІВ ПРИРОДНИЧОГО СПРЯМУВАННЯ НА
ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Магістерська робота

Спеціальність: 183 Технології захисту навколишнього середовища

Науковий керівник –
кандидат географічних наук,
доцент Андрейчук Ю.М.

Львів 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОПОРТАЛІВ ПРИРОДНИЧОГО СПРЯМУВАННЯ	6
1.1 Основні концепції та підходи розробки геопорталів	6
1.2 Нормативно правове регулювання у сфері створення геопорталів	13
1.3 Аналіз можливостей геопорталів та підходи до їх реалізації.....	17
1.4 Аналіз існуючих розробок.....	25
1.5 Історія розвитку та впровадження геопорталів.....	41
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ПРИРОДНИЧИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	44
2.1 Методика збору природничих даних для інформаційних систем на базі ГІС	46
2.2 Методика розробки структури бази геопросторових даних.....	50
2.3 Методика опрацювання даних засобами GeoServer.....	56
2.4 Методика розробки застосунків для візуалізації геопросторових даних	61
РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ПРИРОДНИЧОГО ГЕОПОРТАЛУ	75
РОЗДІЛ 4. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОДАЛЬШОЇ РОБОТИ ГЕОПОРТАЛУ	84
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	91

ВСТУП

У минулому, для отримання геопросторової інформації, необхідно було опрацювати великий об'єм даних на твердих носіях, що накопичувались у різноманітних фондах підприємств та організацій, статистичних управліннях, архівах, бібліотеках та інших сховищах. В сучасному світі тенденція розвитку геоінформаційних технологій розвивається у всіх сферах діяльності людини. В Україні на даний момент, розвиток інформаційних технологій, в тому числі геоінформаційні набувають широкого розвитку та впровадження. Проте, подані на геопорталах та геосервісах державних та комерційних ресурсів не носять комплексного характеру та є вузько спеціалізованими у конкретних галузях. В переважній більшості для подібних розробок характерним є домінування тематичних розділів, що стосуються інфраструктури міста, кадастрової інформації, містобудівної документації та іншого. Природнича інформація у більшості випадків подається у розрізі управлінських одиниць.

Геопросторова інформація стала основою для створення цифрових моделей об'єктів, процесів та явищ, що відображають стан та динаміку природничих компонентів геосистем. У цьому напрямку вже існують величезні набори даних глобального та регіонального рівнів. У той же час інструменти та методи геоінформаційного аналізу та моделювання модернізувалися та сприяють швидкості обробки геопросторової інформації, щоб допомогти пояснити та передбачити розвиток та динаміку процесів та явищ у просторі.

Важливість якісної та актуальної природничої інформації є ключовим аспектом у даній галузі. Саме вона, допомагає дійти правильних висновків про стан компонентів довкілля та заходи щодо їх оптимізації або покращення.

Будь-яка геопросторова інформація може використовуватись при розробці веб-середовища у вигляді геопорталів та геосервісів для широкого спектру користувачів. Доступ до інформації в таких розробках відбувається шляхом інтерактивної взаємодії та з врахуванням прав груп користувачів визначених адміністратором баз геоданих. При створенні подібних баз даних враховуються якісні та кількісні відмінності властивостей компонентів довкілля у просторі та

часі, тому у цьому випадку дані є найважливішим елементом у розробці. Зокрема, абсолютно необхідним є обмін даними відповідно до потреб і цілей конкретного користувача. Коло споживачів таких ресурсів і баз геоданих не обмежуються лише державними службовцями, дослідниками, здобувачами вищої освіти. Користувачам, які використовують природничу інформацію для прийняття рішень стосовно певної території, потрібні якісні просторові дані, тому вибір теми магістерської роботи тісно пов'язаний з розвитком геоінформаційних технологій.

Таким чином, основним аспектом дослідження в цій роботі буде розгляд концепцій та принципів розроблення прототипу природничих геопорталів на прикладі Львівської області.

У розробці геопорталу використовуватиметься досвід провідних країн чи організацій по всьому світу, відштовхуючись від розроблених геопорталів на яких природнича інформація структурована та впроваджена на високому рівні. Структурно та змістовно більшість з них схожі. Проте, в деяких, залежно від залежно від стандартів та потреб користувачів, змінною є архітектура розробки.

Мета дослідження – створити прототип геопорталу природничого спрямування для навчального та науково-дослідного процесу на географічного факультету ЛНУ імені Івана Франка.

Об'єкт дослідження – геопросторова інформація природничого спрямування та геоінформаційні веб-технології.

Предмет дослідження – кількісні та якісні, просторово просторових геоданих та сервісів їх обробки, візуалізації даних.

Для досягнення поставленої мети ставилися наступні **завдання**:

- проаналізувати теоретичні аспекти створення геопорталів природничого спрямування;
- опрацювати методику та методологію створення природничих геоінформаційних систем;
- проаналізувати структурні та функціональні можливості природничого геопорталу;
- розробити прототип природничого геопорталу Львівської області;

- запропонувати пропозиції щодо розвитку геопорталу та наповненням змістовою інформацією.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОПОРТАЛІВ ПРИРОДНИЧОГО СПРЯМУВАННЯ

1.1 Основні концепції та підходи розробки геопорталів

В останні роки ми спостерігаємо швидкий розвиток та інтенсивне використання геопорталів у суспільстві на різних рівнях. Активно посилюється інформатизація суспільства, розробляються та посилюються велика кількість інтернет сервісів та порталів, які охоплюють у собі головні сфери економіки та найголовніше сучасні проблеми та потреби людства, які виникли у 21-столітті. Разом з цим також активно набуло швидкого розвитку геоінформаційні системи за допомогою яких функціонує геопортал, як набір онлайн сервісів, доступних через веб-портал.

Основна концепція геопорталу представлена у забезпеченні простого структурованого інтерфейсу для доступу до географічної інформації та доступності їх як через простори Інтернет. Відповідно до некомерційної організації відкритого геопросторового консорціуму (Open Geospatial Consortium), яка веде діяльність з розробки стандартів у сфері геопросторових даних та сервісів, надає такий опис терміну геопортал «людський інтерфейс до колекції онлайнних ресурсів геопросторової інформації, включаючи набори даних і сервіси» [24].

Потрібно розуміти, що геопортал повинен забезпечувати єдине середовище для представлення різних комбінацій даних або систем. Геопортал працює на веб-платформі та може працювати як в інфраструктурі внутрішньої мережі (наприклад в межах одної робочої групи або університету, тощо) так і в всесвітній мережі інтернет. Така ситуація призводить до необхідності використання певних технічних прийомів застосовуючи різні сервіси, які розвиваються швидкими темпами.

Як зазначають в компанії ESRI [55], роль геопорталу полягає в об'єднанні геопросторових даних і користувачів, дозволяючи виробникам ресурсів геопросторової інформації створювати та розміщувати записи метаданих надавши доступ користувачам до цих ресурсів. Метадані, насамперед це – стандартний набір

інформації про файл, що включає ім'я та прізвище автора, роздільну здатність, колірний простір, авторські права та ключові слова, які до нього застосовуються, використовують метадані, щоб спростити робочий процес і впорядкувати файли [55]. Крім того, і що важливо, ESRI передбачає, що роль такого порталу також полягає в тому, щоб надати користувачам засоби попереднього перегляду та доступу до цитованих ресурсів геопросторової інформації за записами метаданих, незалежно від того, де або як ці інформаційні ресурси підтримується.

Якщо говорити детальніше про раніше згадану некомерційну організацію OGC то під час розробки геопорталів потрібно відштовхуватись від загально прийнятих у світі стандартів, які взаємодіють між комерційними та відкритими інструментами ГІС. Ці стандарти широко прийняті, оскільки вони розроблені за допомогою «програми структурованого комітету і процесу консенсусу (structured committee programs and consensus process)», в якому члени OGC розробляють, переглядають і публікують відкриті ГІС специфікації. Оскільки ці стандарти складено найактивнішими дослідниками та розробниками програмного забезпечення ГІС у цій галузі, вони є колажем ідей з усього світу, та у сьогоднішні реалії широко застосовуються та демонструють високі результати. Незважаючи на ясність і глибину планування, що входить до цих стандартів і специфікацій OGC, вони написані з явною перевагою повністю веб-орієнтованого програмного забезпечення [46].

Реалізація геопорталу природничого спрямування для Львівської області налагодить контакт між дослідниками компонентів довкілля та кінцевими споживачами відповідної інформації, забезпечуючи основу для інтеграції, управління та розповсюдження кількісних і якісних даних. Користувачам буде доступний пошук, перегляд, комбінування, запитування та візуалізування даних через Інтернет, що буде діяти як шлюз до просторової інформації [51].

Геопортали зазвичай включають динамічні інтерфейси веб-карт і традиційні компоненти текстового пошуку, щоб дозволити користувачам знайти, а в деяких випадках завантажити й обробити географічні інформації через Інтернет.

Підхід розробки геопорталу буде базуватись на сервісно-орієнтованій архітектурі (Service-oriented architecture, SOA). Даний підхід до архітектури сервісу дозволяє використовувати дані однієї служби або функції іншими службами відповідно до конкретних стандартів. Мета використання цього підходу базується на оптимізації ІТ-процесів та усунення перешкод для покращення ІТ-середовища. Розглядаючи зв'язок між SOA та геопорталом тема веб обслуговування виділяється як важливий аспект розробки.

Метою сервіс-орієнтованої архітектури є збір розроблених алгоритмів, сервісів, тощо для різних цілей і з різними програмними процесами та під одним дахом служити одній меті (рис. 1).

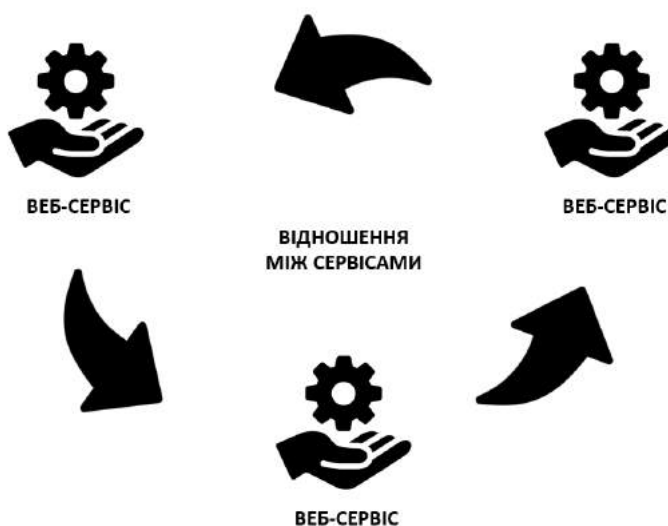


Рисунок 1. Схема відношення серверів

На рисунку (рис. 2) продемонстровано один з найбільш актуальних схем використання архітектури SOA стосовно геопорталу за допомогою програмного забезпечення геоінформаційної системи з відкритим кодом та у вільному доступі. Для функціонування геопорталу розробляють систему управління бази даних. Об'єднання даних як правило, базується на просторових одиницях та інтегрується у базу даних, яка відштовхується від програм з відкритим кодом, що додають підтримку географічних об'єктів до об'єктно-реляційної бази даних. Після чого ці дані переходять до середовища з відкритими вихідними кодом для обробки геоінформаційних даних (приклад: MapServer, GeoServer).

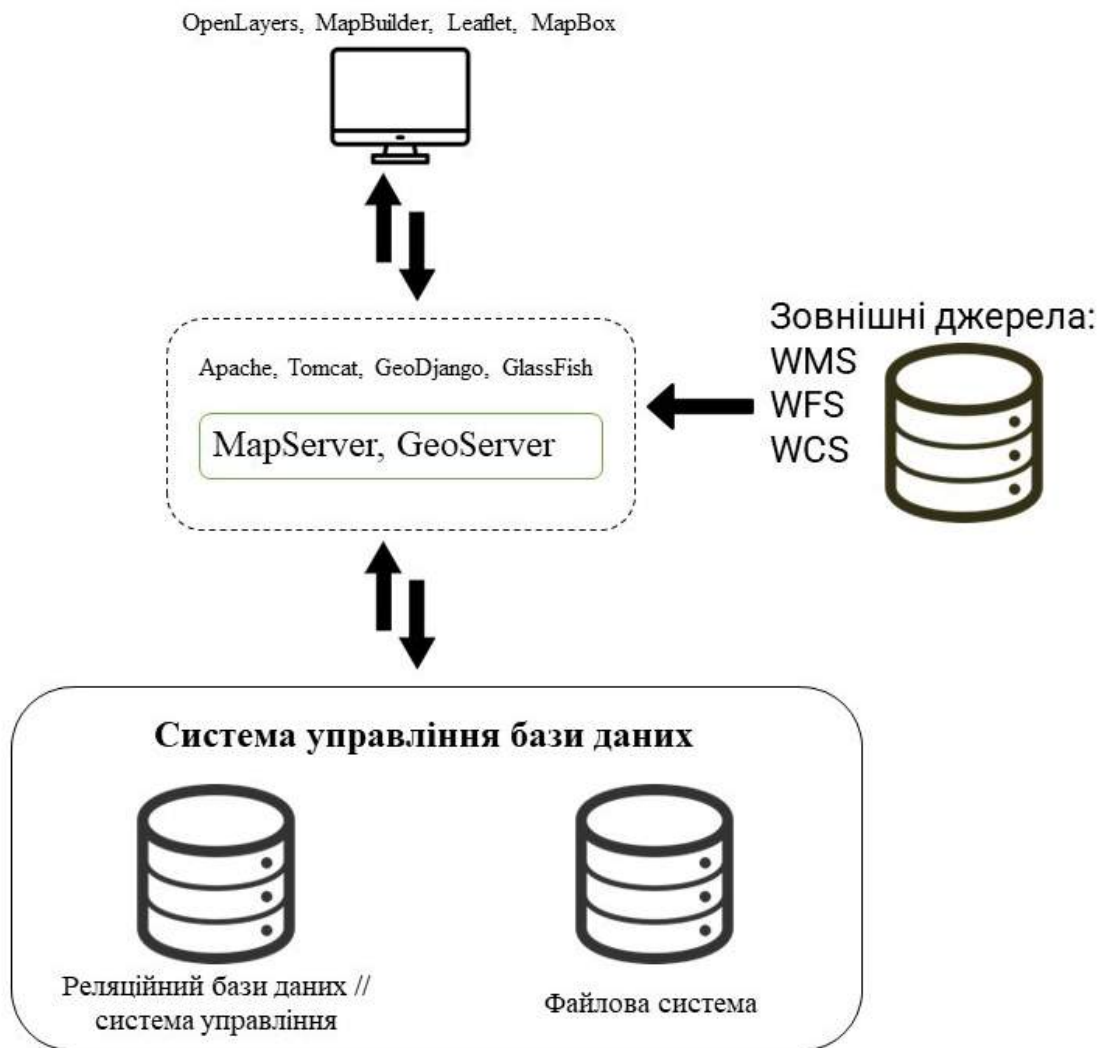


Рисунок 2. Будова сервісно-орієнтованої архітектури

Кінцевим етапом виступає відображення оброблених геоінформаційних даних, які за допомогою відкритого коду (сервісів Leaflet, OpenLayers, MapBuilder, MapBox) подаються кінцевому користувачу у вигляді веб-мап на html-сторінці.

Також використовують і зовнішні джерела інформації для відображення геоінформаційних даних, які обробляються через сервіс обробки географічних даних (WMS, WFS, WCS).

Розглядаючи зв'язок між SOA та геопорталом, тема веб-сервісів виділяється як важливе питання. World Wide Web Consortium (W3C, Консорціум Всесвітнього мережі), який встановлює стандарти розвитку веб-додатків, описує веб-сервіси як «програмна система, призначена для підтримки сумісної мережевої взаємодії між користувачами і сервісами. Ці сервіси мають інтерфейси, описані у машинно-

обробленому форматі (зокрема, WSDL). Інші системи взаємодіють із веб-сервісом у спосіб, визначений його описом, за допомогою повідомлень SOAP, які зазвичай передаються за допомогою HTTP із серіалізацією XML у поєднанні з іншими веб-стандартами [60]. Архітектура веб-сервісу включає багато багаторівневих і взаємопов'язаних технологій. Існує багато способів візуалізації цих технологій, так само як існує багато способів створення та використання веб-служб [60].

Відкритий геопросторовий консорціум (OGC) визначає відкриті стандарти (серії ISO19000) для веб-картографічних застосунків, які зазвичай використовуються в області роботи з геопросторовими даними. Основними продуктами OGC є специфікації реалізації та абстрактні специфікації. Специфікації впровадження, написані для більш технічної аудиторії, деталізують структуру інтерфейсу взаємодії між програмними компонентами. Добре відомими специфікаціями реалізації OGC є стандарти: Web Map Service (WMS), який забезпечує простий HTTP-інтерфейс для запиту геореєстрованих зображень карт з однієї або декількох розподілених геопросторових баз даних. WMS-запит визначає географічний шар(и) та сферу інтересів, що підлягають обробці. Відповіддю на запит є одне або кілька гео-зареєстрованих зображень карти (повертаються як JPEG, PNG тощо), які можуть відображатися в додатку браузера. Інтерфейс також підтримує можливість вказати, чи повинні повернуті зображення бути прозорими, щоб можна було об'єднати шари [44].

Web Map Tile Service (WMTS) надає попередньо кешовані зображення, просторово визначені залежно від системи посилань, де провайдери використовують ці послуги для підтримки стабільності своєї системи з великомасштабними даними. Серверна програма з підтримкою WMTS може обслуговувати плитки карт просторово пов'язаних даних за допомогою зображень із попередньо визначеним вмістом, обсягом та роздільною здатністю. WMTS пов'язана з сервером веб-карт (WMS) OGC, але розроблена для забезпечення кращої продуктивності сервера в програмах, які включають багато одночасних запитів. Головне завдання це підвищити продуктивність, замість того, щоб створювати нове зображення для кожного запиту, WMTS повертає невеликі

попередньо згенеровані зображення (наприклад PNG або JPEG) або повторно використовує ідентичні попередні запити, які слідують за дискретним набором матриць сегментів. Геопортал використовується багатьма різними користувачами, яким при потребі потрібно вмикати багато растрових даних і вивчати їх. Крім того, механізм кешу цього сервісу підтримує стале використання геопорталу. Механізм кешу забезпечує базові карти високої роздільної здатності з мозаїчною структурою, яка розділяє зображення на різних рівнях представлення деталей [43].

Web Coverage Service WCS пояснюється як пошук геопросторових даних «покриття» – тобто цифрової геопросторової інформації, що представляє явища, що змінюються в просторі/часі. Користувачі можуть отримувати дані та їх властивості повністю або частково відповідно до властивостей охоплення через інфраструктуру порталу та стандартні веб-сервіси. OGC інформує, що - WCS дозволяє клієнтам вибирати частини інформаційних ресурсів сервера на основі просторових обмежень та інших критерії запиту Крім того, з точки зору надання послуг, орієнтованих на людину, цей сервіс дозволяє користувачам взаємодіяти з даними для отримання бажаних результатів [45].

Web Feature Service and Web Feature Transactional Service (WFS/WFS-T), WFS надає інтерфейс, який дозволяє користувачам отримувати інформацію про просторову характеристику даних і виконувати операції з даними через мережеву системну інфраструктуру. OGC пояснює WFS як операції підтримки вставки, оновлення, видалення, блокування, запитів і операцій виявлення географічних об'єктів з використанням HTTP як розподіленої обчислювальної платформи. У WFS клієнти використовують мову географічної розмітки (Geography Markup Language, GML), яка відома як просторовий стандарт xml від OGC. WFS містить формат географічної інформації, який передають клієнт і сервер, і він нагадує роботу користувачів із векторними даними. З іншої сторони; WFS і WFS-T можна розрізнити за деякими функціями. У той час як WFS надає базові запити до наданих даних, WFS-T надає можливості для внесення змін у фізичні властивості даних. Дані WFS надають більш детальну інформацію про дані, і користувачі можуть редагувати або вносити зміни в дані за допомогою транзакційної властивості WFS.

Відповідно до потреб обміну даними, дані можуть надаватися через WFS-T, а користувачі можуть редагувати через геопортал. Якщо запитів немає, дані можна надати в WFS.

Catalogue Service for the Web (CSW). Спільне використання та пошук даних або послуг важливі для доступності даних у мережевих процесах, особливо для географічних порталів. Дані надсилаються з додатковими обліковими даними, які є метаданими, і клієнти використовують ці попередньо визначені функції для пошуку своїх потреб. З іншого боку, постачальники даних можуть публікувати свої дані в різних типах структури. Така ситуація може призвести до небажаних результатів для доступу клієнта до правильної послуги або даних. У цій структурі OGC визначає служби веб-каталогів як ключову технологію для пошуку, керування та підтримки розподілених географічних ресурсів [46] (тобто геопросторових даних, програм і послуг). Крім того, щоб вирішити проблему складності надання даних, OGC надає стандарт для служби каталогу та заявляє, що клієнтські програми здатні шукати георесурси стандартизованим способом (тобто через стандартизовані інтерфейси та операції)

Адміністративна сторона CSW повинна контролювати відповідність, а до клієнтів слід звертатися у певній структурі зі стандартами метаданих. Основні функції структури метаданих наведено нижче [32].

- Виявлення даних і послуг;
- Відкриття управління метаданими;
- Визначення типів даних і послуг та їх особливості;
- Структура слів пошуку даних;
- Тематизація;
- Зіставлення запиту з даними або послугами;
- Створення індексації.

Відносно геопорталу служба каталогу розташована в центрі системних операцій, і ця служба не тільки контролює обмін між запитом та результатами користувачів, але й підтримує узгодженість взаємодії користувача та геопорталу.

Відповідно до директиви створення правової бази для підтримки доступності просторових даних, інформації та послуг в ЄС INSPIRE, CSW контролює циркуляцію даних у системі та зв'язує клієнтів через функції CSW та її операції [32].

Служба веб-карт Web Map Service (WMS) динамічно створює карти даних із просторовою прив'язкою з географічної інформації. У цьому випадку «карта» — це зображення географічної інформації у вигляді файлу цифрового зображення, придатного для відображення на екрані комп'ютера. Стандарт WMS — стандартний протокол для передачі через Інтернет зображень, де візуалізуються географічні прив'язані зображення, створених картографічним сервером із даних у базі даних ГІС. За бажанням клієнт може керувати символізацією шару WMS за допомогою стилізованого дескриптора шару (SLD). Служба веб-функцій Web Feature Service (WFS) надає клієнту доступ до фактичних функцій, закодованих мовою Geography Markup Language (GML). Транзакційна WFS (WFS-T) дозволяє клієнту як отримувати, так і оновлювати геопросторові дані. WMS і WFS із підтримкою SLD використовують кодування фільтра OGC для фільтрації просторових даних. SLD можна використовувати для стилізації функцій із WFS. Служби каталогів для Інтернету (CSW) підтримують можливість публікувати та шукати колекції описової інформації (метаданих) для даних, послуг і пов'язаної інформації [62].

Зрозуміло, щоб працювала SOA потрібно розгорнути все на сервері під одним фундаментом, тому найпродуктивнішим для розробки геопорталу розгортається на сервер машини - Apache Tomcat який є інструментом веб-сервера з відкритим кодом, розроблений Apache Software Foundation (ASF).

1.2 Нормативно правове регулювання у сфері створення геопорталів

Для розробки геопорталів природничого спрямування потрібно брати до уваги також нормативно правове забезпечення України у природничій та інформаційній галузі, відштовхуючись від існуючих законів, нормативної бази.

Закон України про національну інфраструктуру геопросторових даних від

13.04.2020 визначає правові та організаційні засади створення, функціонування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних, спрямованої на забезпечення ефективного прийняття органами державної влади та органами місцевого самоврядування управлінських рішень, задоволення потреб суспільства в усіх видах географічної інформації, інтегрування у глобальну та європейську інфраструктуру геопросторових даних.

Закон складається з 5-ти розділів з яких можна виділити потрібно конструктивну інформацію:

I розділ - загальне положення в якому розписані основні терміни, які вживаються у законі;

II розділ - подано класифікація геопросторових даних та метаданих, розподіл за тематикою, вільний доступ користувачу до геоданих, безпека даних (наприклад: блокування користувачів з території держави-агресора);

III розділ – полягає в основних аспектах, які потрібно дотримуватись під час створення (мережеві сервіси, інструменти користування інформаційними ресурсами, тощо), повне стабільне функціонування геопорталу та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних.

Розділ побудований на статтях у яких інформативно розписано, що центральний орган виконавчої влади який реалізує державну політику у сфері національної інфраструктури геопросторових даних повинен забезпечувати повним функціонуванням та розвитком геопорталу, проводити моніторингові контролю (актуальність, відкритість, достовірність геопросторових даних), формувати міжнародне співробітництво та надавати фінансову підтримку для подальшого підняття рівня та удосконалення геопорталу.

IV розділ – полягає у викладенні ієрархічного розподілу (рис. 3) повноважень суб'єктів у сфері національної інфраструктури геопросторових даних та відповідальності за порушення законодавства у ній.



Рисунок 3. Ієрархія повноважень суб'єктів у сфері національної інфраструктури просторових даних

Основне завдання цього розділу надати кожному повноваженому суб'єкту певні рамки їхніх можливих дій та системно логічний розподіл взаємозв'язків між ними для кінцевої реалізації певної концепції, стратегії тощо.

У розділ – прикінцеві та перехідні положення, які дають інформацію про порушення прав незаконного привласнення геопросторових даних та метаданих, також доповненнями на посилання взаємозалежних законів України. Правила оприлюднення відомостей Державного земельного кадастру.

Основним потрібно також виділити те, що для регулювання, функціонування діяльності у сфері використання геопросторових даних та метаданих у разі відсутності технічних регламентів, національних стандартів або технічних специфікацій можна застосовувати положення стандартів Міжнародної організації із стандартизації (ISO), Open Geospatial Consortium та специфікації даних INSPIRE [5].

ISO є всесвітньою федерацією національних органів стандартизації, організованих у технічних комітетах, зокрема, технічний комітет ISO/TC 211 відповідає за міжнародні стандарти для географічної інформації та геоматики.

Чотири стандарти мають значне відношення до геопорталів:

ISO 19115 – надати схему для опису географічної інформації та послуг. Визначити розділи метаданих, сутності та елементи, а також надати інформацію про ідентифікацію, обсяг, якість, просторову прив'язку та просторово-часові аспекти;

ISO 19139 – полегшити кодування та впровадження для виконання ISO 19115. Надати схеми розширюваної мови розмітки (XML) для опису, перевірки та обміну метаданими, покращити сумісність;

ISO 19119 – надати специфікації послуг, які можуть надати користувачам доступ до географічних даних, обробку та керування ними;

ISO 19157 – визначити показники якості даних для оцінки та звітності про якість даних.

Оскільки геопортал має пряме відношення до цифрової економіки та суспільства України, то потрібно звернути увагу і на концепцію розвитку схвалену кабінетом міністрів України на 2018-2020 роки [7] яка заключає в собі координацію для виконання основних цілей цифрового розвитку. Створення та розвиток цифрових інфраструктур як основи використання переваг цифрового світу у повсякденному житті та доступність для громадян їх переваг та можливостей.

М'які цифрові інфраструктури є головним завданням для інтеграції України у комфортні та якісні послуги у цифровій державі. Тому потрібно акцентуватись на геоінформаційній інфраструктурі, яка демонструватиме природничу інформаційну базу.

Державна стратегія регіонального розвитку на 2021-2027 роки зосереджує велику кількість поставлених основних завдань для розвитку держави. Одна з них це забезпечення інтегрування даних для проведення моніторингу та оцінки розвитку у єдину геоінформаційну систему, що розроблена та функціонує за стандартами у державах - членах ЄС, проте концентрується тільки на відновлених землях та екосистем, площа рекультивованих земель та земель, на яких здійснюються заходи з консервації [6].

Крім загальних законодавчих основ пов'язаних напряму з геопросторовими даними та їх візуалізація в кінцевий результат, потрібно також звернути увагу і на основні нормативно-правові акти у сфері екологічного законодавства, оскільки вона має пряме відношення до розробки природничої структури геопорталу.

Отже, також потрібно відштовхуватись від нормативної бази основних нормативно-правових актів у сфері екологічного законодавства а саме:

- Конституція України;
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»

Розділ V *спостереження, прогнозування, облік та інформування в галузі навколишнього природного середовища*, в якому розписано головні аспекти введення державного кадастру природних ресурсів, які включають геопросторові дані, метадані та сервіси, оприлюднення, інша діяльність з якими та доступ до яких здійснюються у мережі Інтернет згідно із Законом України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних";

- Земельний кодекс України;
- Лісовий кодекс України;
- Водний кодекс України;
- Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення;
- Про охорону атмосферного повітря;
- Про тваринний світ;
- Про рослинний світ;
- Про оцінку впливу на довкілля;
- Про стратегічну екологічну оцінку;
- Про доступ до публічної інформації.

1.3 Аналіз можливостей геопорталів та підходи до їх реалізації

Найголовнішою потребою геопорталу є географічна інформація для ідентифікації об'єктів на земній поверхні або будь-яких природних явищ. На базовому рівні географічні дані включають місцезнаходження та описову або атрибутивну інформацію. Цей підхід став потужним інструментом для розуміння, аналізу та управління світом, у якому ми живемо, і заклав основу для технології географічної інформаційної системи (ГІС).

Ідеальний геопортал – це уніфікована централізована веб-цифрова платформа, яка надає онлайн-систему управління геоінформацією, що складається з інструментів обміну просторовими даними для доступу та перегляду різноманітних даних і карт. Це портал для пошуку та доступу до географічної

інформації (геопросторової інформації) та відповідних географічних послуг (відображення, редагування, аналіз тощо) через Інтернет. Геопортал повинен забезпечувати геопросторовий доступ до розподілених систем даних, включаючи карти, завантаження та керування даними. Деякі географічні портали також можуть пропонувати онлайн-аналіз і обробку набору даних і інструменти динамічної візуалізації даних.

Завдяки стрімкому розвитку аерокосмічних та інших технологій спостереження Землі, а також фотограмметрії та геодезичних методів обсяг просторових даних і географічної інформації зростає надзвичайно швидкими темпами. Таким чином, настає ера великих даних, коли вчені, інженери та експерти починають вирішувати проблеми, пов'язані з керуванням величезною кількістю просторових даних і геоінформації систематичним і логічним способом, а також ефективною та результативною взаємодією з кінцевими користувачами [30].

Термін «геопортал» вперше був використаний у науковій літературі в 2005 році [48], він стосується веб-середовища, яке діє як шлюз для підключення до інфраструктури просторових даних (SDI).

Дані – це те, що геопортал надає кінцевим користувачам. Один геопортал може надавати різноманітні набори геопросторових даних із кількох джерел даних. Формат і тип даних можуть відрізнятися залежно від вибраної структури бази даних. Деякі географічні портали не лише надають дані з оригінальних джерел, але також можуть надавати просторові дані та географічну інформацію з різних джерел у загальному (тобто стандартному) форматі. Цей процес називається узгодженням або гармонізацією даних. Гармонізація даних полегшує отримання, обробку та обмін даними, а також забезпечує взаємодію, оскільки кінцеві користувачі можуть споживати гармонізовані дані та інформацію на вимогу. Процес координації даних зазвичай підтримується базовою розподіленою інфраструктурою, що з'єднує різні джерела даних. Два підходи можуть реалізувати гармонізацію даних:

Об'єднаний підхід вимагає від геопорталу узгодження загальних специфікацій щодо метаданих, моделей даних і інтерфейсів послуг [18], як правило, на основі міжнародних де-юре або стандарти де-факто. Об'єднаний підхід

зазвичай застосовується в системах, заснованих на послугах, сервіс-орієнтована архітектура (SOA). Цей підхід може забезпечити значну продуктивність у контрольованих середовищах, де міцна правова база гарантує, що зацікавлені сторони впроваджують узгоджені та затверджені стандарти та протоколи (наприклад, NSDI США та INSPIRE ЄС) [41].

Посередницький підхід використовує проміжне програмне забезпечення між клієнтським і серверним рівнями, вирішуючи неоднорідність через посередництво (тобто метаданих і моделей даних) і адаптацію (тобто інтерфейсів). Посередницький підхід був особливо привабливим для тих, хто хоче будувати групу взаємодіючих, взаємопов'язаних і взаємозалежних компонентів, які утворюють складне і єдине ціле. Тобто розподілені інфраструктури, що з'єднують системи, які зберігають свою автономність у певному ступені. Цей підхід був успішно використаний GEO в архітектурі GEOSS [42]. Також було продемонстровано, що він корисний для гармонізації даних під час інтеграції високопродуктивних обчислювальних послуг (High-performance computing, HPC) та електронних інфраструктур для просторових даних. Для об'єднаного підходу він зазвичай розгортає інформаційний центр для реєстру даних. Усі ці ресурси потрапляють в один центр обміну даними, а потім перетворюються в обов'язковий попередньо визначений шаблон формату для наступного обміну даними та обробки. Для посередницького підходу він може виступати посередником у різних системах, відображаючи метадані та дані у внутрішню загальну модель, таким чином забезпечуючи зв'язок через інфраструктуру для виявлення та доступу. Як правило, посередницький підхід є більш ефективним у вирішенні різноманітності та неоднорідності [41].

Системи даних, до яких підключаються геопортالي, використовують різні методи координації, зокрема об'єднаний і посередницький. Обидва координаційні рішення здатні з'єднувати розподілені сервери даних та інформаційні системи, а також створювати комплексні системи для вирішення проблем зберігання, управління та оцінки великих даних. Геопортали повинні базуватися на різних технологіях, починаючи від адаптації технологій веб-порталів до розширень

систем геопросторових даних (наприклад, геомережа, SKAN). Щоб краще підтримувати наукову співпрацю, геопортали також повинні йти в ногу з наступним поколінням сервісних інфраструктур. Геопортали також повинні відігравати роль інтерфейсу так званої соціальної інфраструктури просторових даних [53]. Нові системні архітектури (наприклад, пов'язані дані та семантична мережа) для створення спільного інформаційного простору на основі URL-адрес і системи опису ресурсів (Resource Description Framework, RDF) також може надати інше рішення для доступу до даних геопорталу. Хост системи геопросторових даних повинен дотримуватися певного типу методів класифікації. Як правило, ієрархія класифікації не повинна бути надто складною, щоб уникнути великий потоп даних [30].

Головним підходом до отримання найефективнішого результату у будь-якій структурі геопорталу є розробка бази даних та управління нею, вона повинна створюватися та ділитися даними у прийнятій і зрозумілій спосіб для спільноти розробників та користувачів. Глобальна асоціація інфраструктури просторових даних Global Spatial Data Infrastructure Association (GSDI) наголошує на необхідності стандартизації для сталого та надійного доступу до даних, а також їх використання в просторових даних і послугах [58]. Країни в усьому світі намагаються створити власну послідовну та доступну просторову інфраструктуру, яка визначається як національна інфраструктура просторових даних (NSDI). Наприклад, Сполучені Штати розробили три принципи, які складаються з ідентифікації, отримання та обміну кількісними даними в стандартах, які отримують доступ до метаданих онлайн через логіку мережі обміну, і створення наборів даних, які оточують всю країну [25]. США пояснює необхідність узгодженої інфраструктури просторових даних, яка необхідна державним установам або організаціям у важливі моменти, такі як стихійні лиха, ситуації з безпекою або екологічні індикатори моніторинг. Крім того, важливість точних і актуальних даних підкреслюється з точки зору рентабельності та ефективності [20].

Крім того, зберігання та керування даними є одним із найважливіших технологічних компонентів для вирішення проблем великих даних. В даний час

реляційні бази даних (такі як PostgreSQL), NoSQL (наприклад, MongoDB і HBase) і розподілені файлові системи (такі як Hadoop) широко використовуються для зберігання та керування великими даними. Ці технології також важливі для географічних порталів, хоча технічні компоненти зберігання та керування великими даними все ще потребують додаткової теоретичної та практичної розробки [63].

Технічні компоненти, запропоновані для проектування геопорталу:

- **просторові бази даних і сервери даних** – просторові бази даних зберігають і обслуговують дані для доставки. База даних може бути на локальному сервері або на розподіленому сервері;
- **геопросторовий веб-сервер** — геопросторові веб-сервіси надають користувачам географічні дані у форматі сервісів картографічних даних відповідно до стандартів OGC та ISO. Опції з відкритим кодом для геопросторових веб-сервісів, наприклад GeoServer і MapServer;
- **геопросторові метадані, сервер каталогів** – каталог геопросторових метаданих надає метадані відповідно до стандартів OGC та ISO, які отримує геопортал;
- **інший сервер каталогів** - додаткові каталоги можуть бути доповнені каталогом метаданих Реєстру даних. Добре відомим каталогом є Gazetteer Service, який містить набори даних на основі розташування [30];
- **інструмент завантаження** – інструмент завантаження містить можливість отримувати дані та метадані. Метадані можна завантажувати як структуровані файли XML, а дані можна завантажувати як растровий і векторний вихід за допомогою різних методів, наприклад FTP.

OGC опублікував дискусійний документ для визначення еталонної архітектури геопорталу. Загальна мета еталонної архітектури полягає в тому, щоб зробити її легшою, швидшою та дешевшою для будь-якої організації, яка хоче впровадити програму порталу на основі стандартів із підтримкою геопросторових

даних. Основна мета еталонної архітектури полягає у визначенні вимог до архітектурної структури, яку як керівництво, так і інші структури можуть використовувати для реалізації операційного порталу, який забезпечує доступ до геопросторового вмісту, карт і метаданих. Еталонна архітектура визначає область, цілі та поведінку порталу, а також визначає його функціональні компоненти. Еталонна архітектура геопросторового порталу показана на малюнку (рис. 4). Еталонна архітектура містить чотири різних класів обслуговування, які підтримують вимоги геопросторового порталу:

- послуги порталу – сервіси, що надають єдиний доступ до геопросторової інформації на порталі. Крім того, ці послуги забезпечують управління та адміністрування порталу;
- каталог сервісів – сервіси, що використовуються для визначення місцезнаходження геопросторових служб і інформації, де б вони не були, і надання інформації про послуги та інформацію, якщо вони знаходять користувача;
- сервіси зображень – сервіси, що використовуються для обробки геопросторової інформації та підготовки її до презентації;
- служби передачі даних – сервіси, що використовуються для надання геопросторового вмісту та обробки даних.

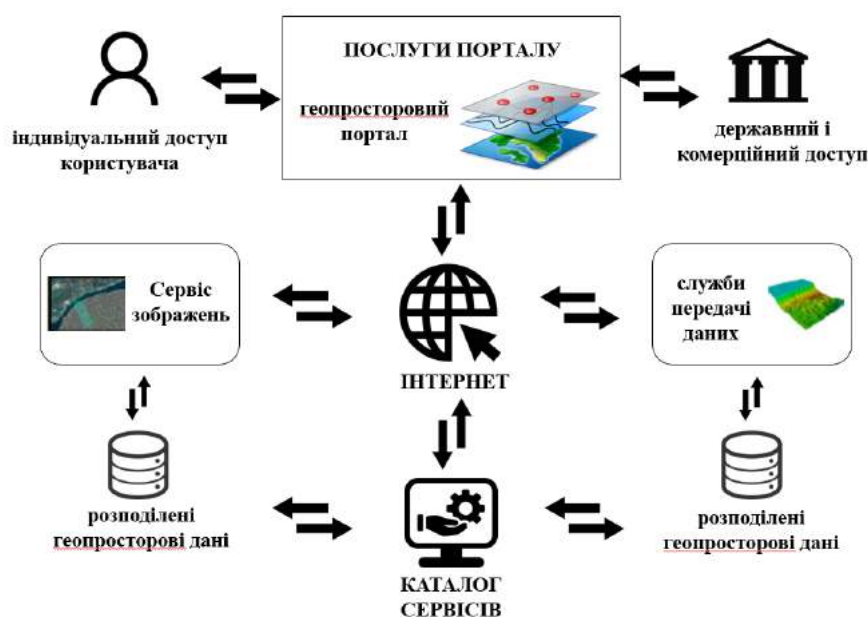


Рисунок 4. Еталонна архітектура геопросторового порталу

Також цікавий продукт демонструє ESRI GeoPortal Implementation Architecture – перший програмний продукт, орієнтований на впровадження еталонної архітектури геопорталу, був розроблений компанією ESRI. ESRI запакувала цей продукт як спільне технологічне та сервісне рішення. Продукт складається з набору веб-компонентів і компонентів настільного програмного забезпечення разом і називається GIS Portal Toolkit. GIS Portal Toolkit побудовано на ArcIMS і ArcSDE.

Компоненти архітектури реалізації геопорталу:

- ArcIMS – для впровадження ГІС-порталу потрібні служби метаданих ArcIMS. Служби метаданих ArcIMS використовуються для створення центрального онлайн-сховища метаданих, яке дозволяє постачальникам і користувачам легко публікувати та переглядати метадані в Інтернеті. ArcIMS також надає такі функції, як картографування, геокодування та завантаження даних;
- ArcSDE зберігає метадані, опубліковані постачальниками інформаційних ресурсів, у реляційній базі даних, такій як Oracle 9i, Oracle 10g, Microsoft SQL Server 2000, SQL Server 2005 та IBM;
- Каталог порталу. Ключовим компонентом порталу ГІС є каталог порталу, база даних ГІС, яка зберігає індексовані геопросторові метадані. Публікація: Вміст каталогу порталу можна публікувати та підтримувати за допомогою різних методів збору. Використовуючи ESRI ArcCatalog, користувачі можуть підключатися до служби метаданих порталу та публікувати метадані безпосередньо з геопросторових даних або з окремих колекцій файлів метаданих. Користувачі також можуть завантажувати XML-файли або автоматично збирати з різних типів сховищ метаданих, включаючи служби метаданих ArcIMS, вузли клірингових центрів, папки, доступні в Інтернеті, або служби метаданих Open Archive Initiative (OAI);
- Пошук. Пошук метаданих функціональні можливості дозволяють користувачам порталу шукати метадані за допомогою просторових,

тематичних, часових або ключових критеріїв пошуку. Результати пошуку містять мініатюру зображення, анотацію та іншу важливу інформацію про геопросторові дані. Результат також містить посилання для запуску програми перегляду карт, веб-сайту, додатка та сховища геопросторових даних;

- Засіб перегляду карт. Компонент засобу перегляду карт дозволить користувачам порталу переглядати, здійснювати навігацію та запитувати картографічні дані, переглядати численні картографічні служби (як WMS, так і ArcIMS) і зберігати перегляди карт;
- Редактор каналів. Редактор каналів компонент дає змогу створювати канали спеціального інтересу. Такі канали, як правило, базуються на темі, події чи проблемі. У кожному разі доступ до каналу здійснюється, клацнувши назву каналу на домашній сторінці порталу. Канал складається із попередньо вибраних записів метаданих і зовнішніх посилань, які скомпільовані призначеним менеджером каналу;
- Інструмент збору. Збір метаданих – це автоматизований запланований процес для збору нових і оновлених метаданих із широкого спектру джерел метаданих ГІС. Інструмент збирання може збирати метадані з кількох типів протоколів збору, включаючи сумісний вузол обміну метаданими, службу метаданих ArcIMS, веб-доступну папку (WAF) і службу метаданих Open Archive Initiative [29].

Також під поняттям геосервісів розуміють веб-орієнтовані розробки спрямовані на збір, зберігання, управління, аналіз та візуалізацію геопросторових даних різного територіального охоплення, масштабу та тематики.

Концептуальна структура геосервісів (рис. 5) охоплює широку функціональність, від простого зберігання даних, фільтрації до більш складного просторово часового аналізу, геокодування та інші.

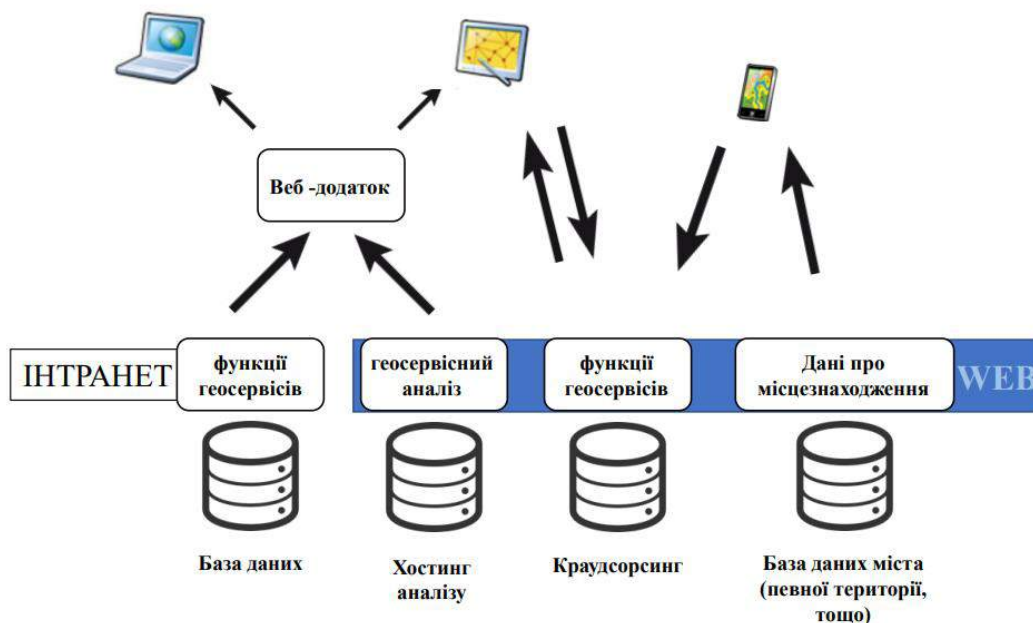


Рисунок 5. Концептуальна структура геосервісів [55]

1.4 Аналіз існуючих розробок

Крім технічних і теоретичних основ, державні організації або дослідницькі установи також створюють і публікують власні географічні портали відповідно до власних потреб. Хоча ці географічні портали мають схожість, вони також відрізняються та мають свої особливості. Основна мета аналізу світового прикладу полягає в тому, щоб зрозуміти, як існуючі географічні портали розроблені та працюють відповідно до їхніх можливостей, технічної інфраструктури чи перспективи. У цій структурі географічні портали досліджуються відповідно до їхніх властивостей та систем пошуку на основі вибору.

INSPIRE Geoportal. У 2001 році Європейська Комісія запустила Директиву INSPIRE створення правової бази для підтримки доступності просторових даних, інформації та послуг в ЄС. Більшість держав-членів включили INSPIRE у свої національні правові системи. У процесі формування INSPIRE було досягнуто консенсусу, що геоportal INSPIRE як точка входу є обов'язковим. Геоportal INSPIRE забезпечує онлайн-доступ до геопросторових даних та інформаційних послуг, що надаються багатьма національними членами, державними та приватними організаціями [17].

Ця Директива передбачає у собі створення національних інфраструктур просторових даних і створення метаданих для керування просторовими даними. INSPIRE намагається досягти цілісності просторових даних, управління та збір інформації з різних частин Європейського Союзу з попередньо визначеним стандартом як просторовою основою, так і необхідністю безперервності його структури.

INSPIRE встановлює деякі принципи для партнерів із держав ЄС для спільної роботи в рамках п'яти заяв. Вони визначені як загальні принципи:

- дані слід збирати лише один раз і зберігати там, де вони можуть зберігатися найбільш ефективно;
- має бути можливість поєднувати постійну просторову інформацію з різних джерел у Європі та ділитися нею з багатьма користувачами та додатками (програмами);
- інформація, зібрана на одному рівні/рівнях, має бути доступною для обміну з усіма рівнями; деталізована для цілей розслідування, як правило, для стратегічних цілей;
- географічна інформація, необхідна для ефективного управління на всіх рівнях, має бути легкодоступною та прозорою;
- легко з'ясувати, яка географічна інформація доступна, як її використовувати для задоволення конкретних потреб і за яких умов її можна отримати та використати.

Відповідно до цих принципів, дані повинні зберігатися та підтримуватися їх виробниками. З точки зору геопорталу, ця ситуація вимагає технологій і робочого процесу. Крім того, операції з метаданими, такі як перевірка метаданих, допомагають успішній роботі цих принципів. Для забезпечення сумісності з INSPIRE країни повинні відповідати його вимогам. Вимоги INSPIRE представлені в п'яти заголовках: метадані, специфікація даних, веб-сервіси, спільний доступ і моніторинг даних і послуг і звіт.

У випадку INSPIRE серія ISO 19100 була обрана як технічна основа для міжнародних стандартів. Критерії зведені в таблиці - 1 [33]. Ця серія розроблена

Технічним комітетом ISO 211 як стандарт географічної інформації/геоматики на основі пропозицій Відкритого геопросторового консорціуму (OGC), Консорціуму Всесвітньої павутини (W3C), Групи керування об'єктами (Object Management Group, OMG) і організація з удосконалення стандартів структурованої інформації [34]. Стандартизація була розпочата в 2001 році і все ще триває.

Таблиця 1 Серія стандартів ISO 19100

6709 - Стандартне подання широти, довготи та висоти для географічних точок	19122 - Кваліфікація та сертифікація персоналу
19101 - Еталонна модель	19123 - Схема для геометрії покриття та функцій
19101-2 – Еталонна модель – Частина 2: Зображення	19124 - Зображення та компоненти сіткових даних
19103 - Мова концептуальної схеми	19125-1 – Простий доступ до функцій – Частина 1: Загальна архітектура
19104 - Термінологічний вступ	19125-2 – Простий доступ до функцій – Частина 2: Параметр SQL
19105 - Відповідність і тестування	19126 - Профіль - Словник даних FACC
19106 – Профілі	19127 - Геодезичні коди та параметри
19107 - Просторова схема	19128 - Інтерфейс сервера Web Map
19108 - Часова схема	19129 – Зображення, сітка та структура даних покриття
19109 - Правила застосування схеми	19130 – Сенсорні моделі та моделі даних для зображень і сіткових даних
19110 – Методологія каталогізації ознак	19131 - Специфікації продукту даних
19111 - Просторова прив'язка за координатами	19132 – Можливі стандарти послуг на основі визначення місцезнаходження

19112 - Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами	19133 – Служби відстеження та навігації на основі визначення місцезнаходження
19113 - Принципи якості	19134 - мультимодальні послуги на основі визначення місця розташування для маршрутизації та навігація
19114 - Процедури оцінки якості	19135 - Процедури реєстрації елементів географічної інформації
19115 – Метадані	19136 - Geography Markup Language (Мова географічної розмітки, GML)
19115-2 – Метадані – Частина 2: Розширення для зображень і сіткові дані.	19137 - загальноживані профілі просторової схеми та подібних важливих інших схем
19116 - Послуги з визначення місця розташування	19138 - Заходи якості даних
19117 – Географічна інформація — Зображення	19139 - Метадані - Специфікація реалізації
19118 – Кодування	19140 - Технічна поправка до серії стандартів ISO 191** Географічної інформації для гармонізації та вдосконалення
19119 – Послуги (сервіси)	
19120 - Функціональні стандарти	
19121 – Зображення та дані в сітці	

Ці стандарти визначають ІТ та географічні аспекти інфраструктури просторових даних і поділяються на п'ять категорій [15]:

- Стандарти, що визначають інфраструктуру для геопросторової стандартизації;

- Стандарт для опису моделей даних географічної інформації;
- Стандарти управління геоінформацією;
- Стандарти геоінформаційних послуг;
- Стандарти геокодування;
- Предметні стандарти [15].

Серія стандартів ISO 19100 була прийнята Європейською організацією зі стандартизації як технічна основа для INSPIRE. Їх виконання включало 34 теми. Ці теми згруповані в три групи та включені до директив INSPIRE у трьох додатках. Держави-члени повинні надати метадані у 2010 році для тем у Додатках I та II та у 2013 році для предметів у Додатку III:

Додаток I:

1. Системи відліку за допомогою координат;
2. Система географічної сітки;
3. Географічні назви;
4. Адміністративні одиниці;
5. Адреси;
6. Кадастрові ділянки;
7. Транспортні мережі;
8. Гідрографія;
9. Заповідні території.

Додаток II:

1. Висота;
2. Використання ґрунту;
3. Виготовлення ортознімків;
4. Геологія.

Додаток III:

1. Статистичні одиниці;
2. Будівлі;
3. Ґрунт;
4. Землекористування;

5. Здоров'я та безпека людини;
6. Комунальні та бюджетні послуги;
7. Послуги з охорони навколишнього середовища;
8. Об'єкти виробництва та промисловості;
9. Об'єкти сільського господарства та аквакультури;
10. Розміщення населення — демографія;
11. Управління територією, території, де застосовуються обмеження, регульовані території;
12. Зони ризику для природного середовища;
13. Атмосферні умови;
14. Метеорологічна та географічна характеристика;
15. Океанографічна, географічна характеристика;
16. Приморські регіони;
17. Біогеографічні області;
18. Середовища існування та біотопи;
19. Поширення видів;
20. Джерела енергії;
21. Мінеральні джерела [15].

Геопортал INSPIRE розроблений таким чином, щоб зосередитися на пошуку послуг, перегляді та управлінні метаданими. З іншого боку, портал здатний працювати в гармонії з веб-сервісами. Технічні аспекти системи є важливими для забезпечення якісної роботи сервісу, взаємодія з користувачем, простота використання, обсяг і вимоги процесів передавання даних. Геопортал INSPIRE був розроблений з урахуванням технічних аспектів і взаємодії з користувачем. Користувачі можуть отримати доступ до функцій Geoportal Viewer, Metadata Validator і Metadata Editor з головного екрана маршрутизатора. Інтерфейс простий у використанні та безпосередньо охоплює цільову операцію.

INSPIRE поєднує пошук даних і їх візуалізацію на карті через веб-додаток (рис. 6). Операції пошуку даних можна виконувати через набори даних, послідовності, служби, шари та служби завантаження. Результати можна

фільтрувати за релевантністю, назвою ресурсу, джерелом і датою створення, датою останньої зміни, типом ресурсу та послугою. Крім того, можна застосовувати розширений пошук за походженням, мовою метаданих, суб'єктом просторових даних, категорією суб'єкта та типом послуги (рис. 7). Крім того, користувач може вибрати область на карті, і функція пошуку даних буде пов'язана з цим вибором. Ця функція є важливим інструментом для відстеження доступності даних у робочій зоні. Також присутні домени навколишнього середовища (рис – 8).



Рисунок 6. Пріоритетні набори даних – огляд країн ЄС [19]

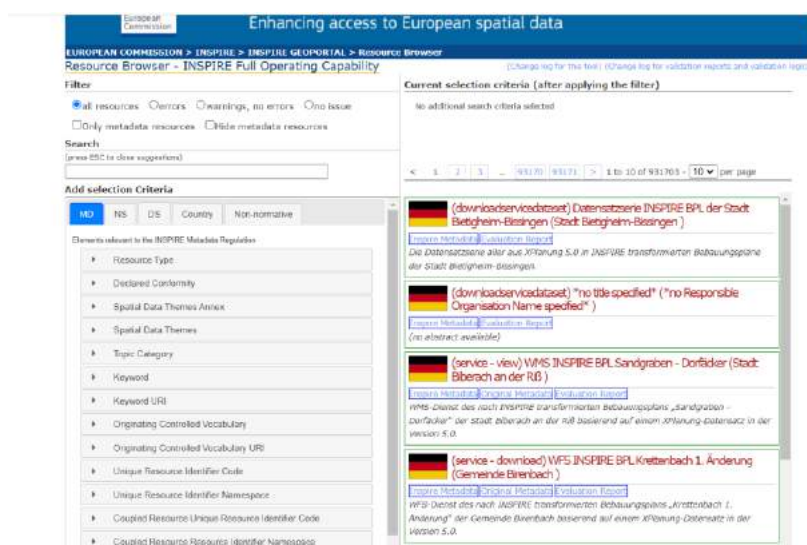


Рисунок 7. Браузер ресурсів - INSPIRE Повний операційний пошук даних [19]



Рисунок 8. Набори даних держав-членів, згруповані за такими доменами довкілля або окремими наборами даних (оригінал англ, переклад укр.) [19]

Геопортал INSPIRE відіграє важливу роль у підтримці сумісності діяльності з управління даними. По-перше, він встановлює стандартні основні теми для представлення даних на європейському рівні, за допомогою яких країни можуть впроваджувати та розуміти ту саму спільну інфраструктуру даних. INSPIRE встановлює такі послуги, як WMS, як стандарт і очікує, що геопортали на основі INSPIRE відповідатимуть цим стандартам. Зазначається, що геопортал INSPIRE підтримує Європейську рамкову сумісність (European Interoperability Framework, EIF) та інтеграцію електронного уряду [56]. Він також підтримує керування географічними правами (Geo Rights Management, GeoRM), яке визначає керування правами на використання даних.

Group on Earth Observations Geoportal – GEOSS Portal (дані спостереження Землі з архівів по всьому світу, скорочено GEO). GEO є міжнародною організацією для використання потенціалу спостереження Землі для підтримки прийняття рішень у сферах сталого розвитку та управління навколишнім середовищем та характеризується добровільним партнерством урядів і міжнародних організацій, яке координує зусилля зі створення глобальної системи спостереження за Землею або GEOSS. GEO засновано в 2002 році країнами великої сімки і має на меті зосередитись на сфері соціальної вигоди, які включають: лиха, здоров'я, енергію, клімат, воду, погоду, екосистеми, сільське господарство та

біорізноманіття. Заявлено, що 90 урядів, Європейська комісія, 67 міжурядових організацій сприяють ефективній роботі системи геопорталу [27].

Головний екран порталу GEOSS містить функції пошуку, перегляд мережеских карт і різних тематик. Він розроблений із простим інтерфейсом і базовими функціями, що дозволяє користувачам легко шукати доступ до даних. Головний екран призначений для досвідчених та початкових користувачів, які мають доступ до функцій карти та параметрів вибору (рис. 9). Крім того за допомогою того самого інтерфейсу користувачі можуть переглядати бажані результати та отримувати доступ до цих послуг через головний екран керування.



Рисунок 9. Параметри відбору даних

Портал GEOSS надає доступ до даних і послуг за допомогою основних функцій пошуку, тем, географічного пошуку, критеріїв доступу до даних, каталогів спостереження за Землею та географічних областей інтересу. У базовій функції пошуку користувачі можуть шукати за категоріями «Ключові слова» або «Схожі теми».

Результати можна уточнити за вказаними критеріями пошуку та відсортувати в списку, що містить інформацію, описану відповідно до легенди. Ця легенда поділяється на системи моніторингу, обчислювальні моделі, плани, веб-сайти та документи, аналітику та візуалізацію, сповіщення, каталоги, інвентаризацію та колекції метаданих, програмне забезпечення та програми. Також у результатах відображається тип картографічного сервісу, наприклад WMS (Web Map Service).

Після вибору потрібних даних користувач може отримати інформацію метаданих і, якщо це можливо, переглянути їх в інтерфейсі карти (рис – 10).

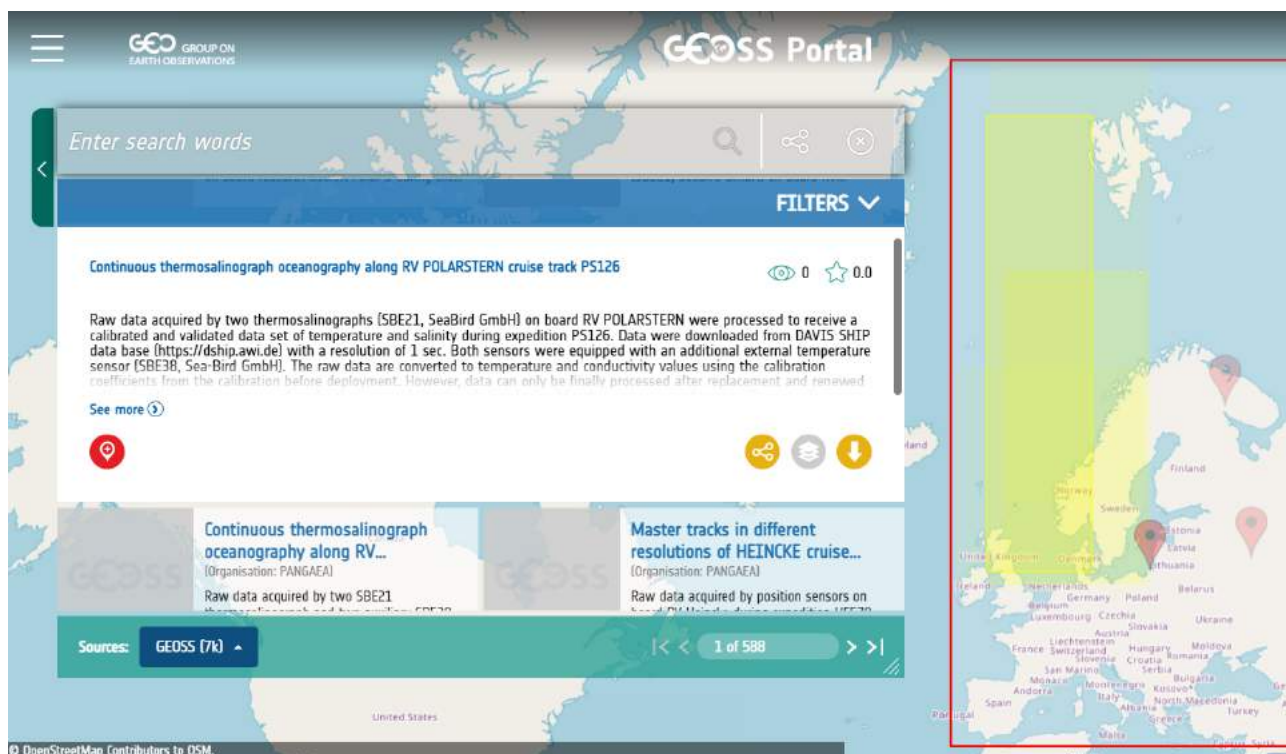


Рисунок 10. Приклад даних та їх метадані

GEOSS класифікує теми відповідно до їх стратегічних цілей і надає детальні пояснення щодо обсягу та даних. У GEOSS є понад 200 мільйонів відкритих даних, понад 150 національних і регіональних постачальників, таких як NASA та ESA. GEO Discovery and Access Broker (Посередник пошуку та доступу до GEO, GEO DAB) є ключовим компонентом платформи GEOSS, який прозоро зв'язує запити користувачів GEOSS із ресурсами, якими користуються постачальники GEOSS. Метою GEO DAB є полегшення міждисциплінарного відкриття, доступу та використання (або повторного використання) різномірних даних та інформації. GEO DAB — це структура посередництва, яка об'єднує сотні різних автономних систем забезпечення (корпоративних систем, які утворюють метасистему GEO) для посередництва, координації, трансформації та якості обслуговування [57].

Пріоритетні сфери діяльності GEO включають порядок денний сталого розвитку ООН на період до 2030 року, Паризьку угоду та Сендайську рамкову програму щодо зменшення ризику стихійних лих. GEO також працює у восьми

сферах суспільної вигоди, де спостереження Землі відіграють ключову роль у прийнятті рішень:

- Мережа спостереження за біорізноманіттям;
- стійкість до стихійних лих;
- енергетичними та мінеральними ресурсами;
- продовольчої безпеки та сталого сільського господарства;
- моніторингу громадського здоров'я;
- інфраструктурою та транспортом;
- сталого розвитку міст;
- управління водними ресурсами.

Тема стійкість до стихійних лих спрямована на управління ризиками та моніторинг катастроф від глобального до локального рівня, включаючи землетруси, пожежі, повені, вулканічну активність і цунамі. Щодо моніторингу громадського здоров'я то дані класифікуються відповідно до тем, які безпосередньо впливають на життя людини, наприклад якість води, інфекційні захворювання та трансмісивні захворювання. У темі енергетики представлені нові дослідження доступності енергетичних ресурсів, альтернативних джерел енергії та інструментів енергоменеджменту. У темі кліматичних даних Міжнародне агентство зі спостереження за кліматом надає дані про опади, сезонні прогнози та набори даних про вуглець в системі. Водна тематика – параметри якості води доступні за допомогою дистанційного зондування та інструментів моніторингу на основі датчиків. У цій темі дані були надані дослідженнями ЄС, Азіатською ініціативою водного циклу та Глобальною інформаційною системою підземних вод. Серед іншого, надаються набори даних екосистеми, в структура включає «набори даних екосистеми» та моніторинг даних «в реальному часі». У цій темі представлено набори даних про взаємодію людини та екосистеми, моніторинг екосистеми та їхній вплив [28]. Однією з найважливіших цілей порталу GEOSS є надання даних, які допоможуть захистити людське життя та підтримувати

навколишнє середовище. Портал GEOSS не надає дані безпосередньо, але полегшує їх отримання кінцевому користувачу даних через єдиний інтерфейс.

United States Geoportal, GeoPlatform (США) — це довгостроковий прогресивний проект із впровадження хмарних геопросторових додатків і даних для федеральних агентств, який адмініструється партнером Федеральної ради географічних даних (Federal Geographic Data Committee, FGDC), Міністерством внутрішніх справ (Department of the Interior, DOI). Відповідальне державне інституційне членство з питань ресурсів геопросторових даних (National Geospatial Data Asset, NGDA). Стратегічний національний ресурс підтримки відкритого уряду, відкритих даних і стратегій цифрового уряду для підвищення прозорості, співпраці та залучення. GeoPlatform почали розробляти в 2010 році і його вдосконалення тривають до сьогодні. GeoPlatform розроблено для пошуку та доступу до потрібних просторових даних за відповідальність різних установ. Її діяльність пояснюється як «інтернет-можливість, яка надає спільні та надійні геопросторові дані, послуги та програми для використання громадськістю, урядовими установами та партнерами для задоволення потреб місії». Агентства-партнери Федеральної ради географічних даних (FGDC) розробляють геопросторову платформу для більш ефективного надання місцевих продуктів і послуг американській громадськості. FGDC розробляє стандарти геопросторових даних і створює національну інфраструктуру просторових даних (NSDI).

Головний екран GeoPlatform призначений для швидкого доступу до необхідних сервісів і даних за допомогою зручного інтерфейсу. Користувачі можуть отримати доступ до каталогів даних, опублікованих карт, ринків даних, служб публікації даних, середовищ розробки та послуг або наборів даних, які найчастіше використовуються. Крім того, існує функція прямого пошуку даних і надається найновіша інформація про просторові дані для інформування користувачів порталу. GeoPlatform надає інструменти та послуги доступу до даних із прямим пошуком за ключовими словами, інтерфейси вибору даних, функціональні та тематичні карти та ринкові майданчики. Клієнти можуть отримати доступ до даних або послуг за допомогою ключових слів,

використовуючи попередньо визначені фільтри з можливостями пошуку. Федеральна рада з географічних даних (FGDC) протягом тривалого часу підтримує створення стандартизованих геопросторових метаданих і нещодавнє законодавство, включно з Законом про політику на основі доказів (або Закон про дані відкритого уряду США) і Закон про геопросторові дані від 2018 рік (Geospatial Data Act, GDA) визначає ключову роль метаданих і окреслює вимоги до створення метаданих федеральними агентствами. GDA вимагає від агентств «включати стандарти метаданих для геопросторових даних та інші відповідні стандарти, включаючи запис геопросторових даних із відповідними метаданими та надання метаданих через GeoPlatform».

В інтерфейсі вибору даних користувачі можуть шукати служби даних у різних сценаріях. Згідно з GDA, агентства зобов'язані надавати GeoPlatform (через Data.gov - урядовий вебсайт, створений з метою зберігання публічної інформації у формі відкритих даних) метадані для всіх геопросторових даних. Метадані мають бути створені за допомогою стандарту геопросторових метаданих. Наразі FGDC підтримує Content Standard for Geospatial Metadata (CSDGM), створений FGDC, і кілька стандартів метаданих із серії ISO 19000.

Data.gov може отримувати метадані та конвертувати їх у CSDGM, ISO 19115/19139. GeoPlatform отримує метадані ISO від Data.gov.

Користувачі можуть здійснювати пошук за тегами, форматами, типами організацій, організаціями, категоріями спільнот і функціями вибору карт. Заголовки тегів даних або послуг містять такі концептуальні слова, як температура або глибина води. У форматі заголовка користувачі можуть отримати доступ до даних у форматах zip, xml, kml, wms, wfs, csv, xls, json, gml, QGIS, ArcGIS Online Map, Access і tiff (рис – 11). У Enterprise Search дані класифікуються за федеральним урядом, урядом штату, місцевим урядом, некомерційними організаціями, комерційними кооперативами та університетами [21].

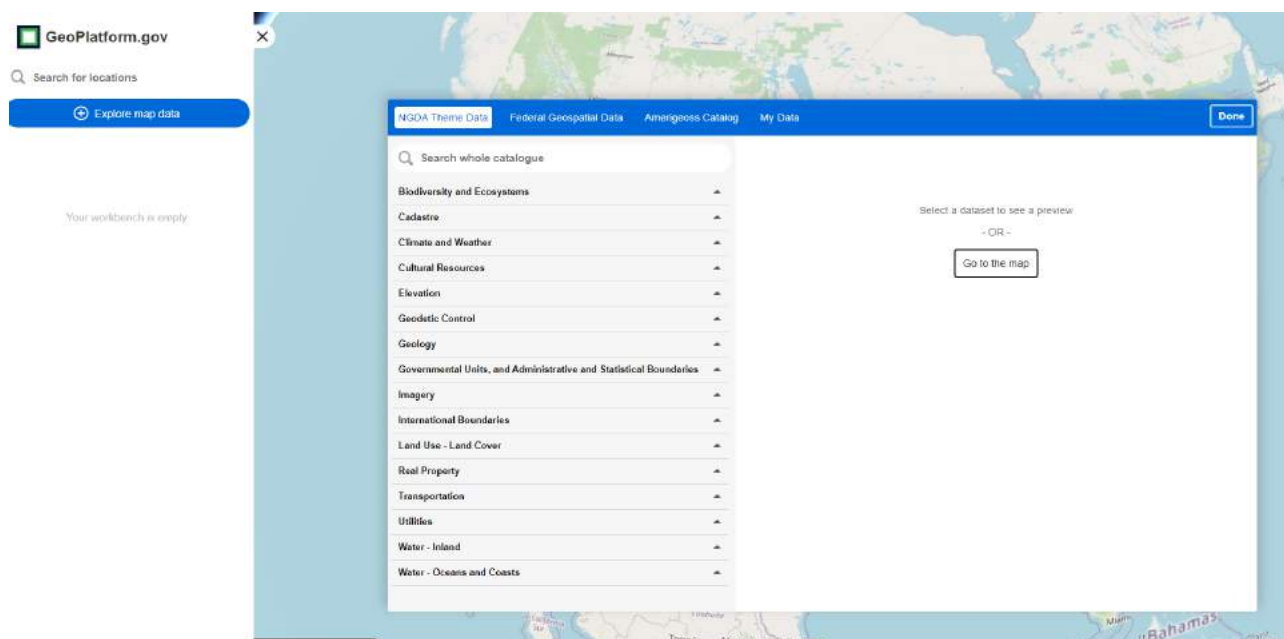


Рисунок 11. Пошук даних на державному геопорталі GeoPlatform (США)

GeoPlatform класифікує дані за тематичними групами, до яких користувачі можуть отримати доступ через цю тематизацію. Тематичний розгляд порталу розроблений відповідно до груп даних і категорій спільнот. Ця класифікація здійснюється відповідно до Циркуляру про координацію діяльності з географічною інформацією та пов'язаними просторовими даними. Як і інші геопортали, GeoPlatform також використовує стандарти метаданих відповідно до ISO 19115, ISO 19119 та ISO 19139. Дотримуючись міжнародних стандартів, а також беручи до уваги національні рамкові принципи реалізації. Протокол OGC Catalog Service for the Web (CSW) використовується для пошуку метаданих у процесах, заснованих в мережі Інтернет. Стандартні дослідження GeoPlatform проводяться робочою групою зі стандартів геопросторового аналізу. Однією з найважливіших робіт є впровадження ISO 3166 на GeoPlatform який кодує представлення назв країн та їх підрозділів. GeoPlatform розроблено з урахуванням основних стандартів, які широко використовуються у сфері просторової інформації. GeoPlatform розроблено для суспільних потреб і враховує перехід до електронного урядування.

Проаналізувавши ці геопортали було створено таблицю порівняльних можливостей провідних світових лідерів у цій тематиці (таблиця – 2).

Таблиця 2 Порівняння можливостей провідних світових геопорталів

Можливості	INSPIRE Geoportal	GEOSS Portal	Geo Platform
Головний екран керування	доступно	доступно	доступно
Вільний доступ до даних (можливість завантажити)	доступно	доступно	доступно
Підтримка різних форматів даних	доступно	доступно	доступно
Стандартизація даних і послуг	доступно	доступно	доступно
Класифікація даних за темами	доступно	доступно	доступно
Можливість переглядати дані у інтерфейсі сайту	Не повністю доступно	Не повністю доступно	доступно
Пошук даних за територією	доступно	доступно	доступно
Підтримка просторових веб-служб	Не повністю доступно	Не повністю доступно	Не повністю доступно
Створення карти та можливість її друку у інтерфейсі порталу (за допомогою вибраних даних)	Не доступно	Не доступно	Не доступно
Підтримка мобільних додатків	Не доступно	Не доступно	Не доступно
Керування обліковим та можливість оновлень даних	Не повністю доступно	Не повністю доступно	Не доступно
БАЛ	6,5	6,5	7,5

Національний геопортал України. Щодо положення про Національний географічний портал України, Національна служба географії, картографії та кадастру України (Національний географічний кадастр) є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого координується Кабінетом Міністрів України через Міністра економічного розвитку України. Національний географічний кадастр відповідає за реалізацію національної політики у сферах топографії, геодезії, картографії, земельних відносин, державного земельного кадастру. Основними завданнями є:

- забезпечити функціонування та розвиток державної геодезичної мережі;
- забезпечити створення, функціонування та розвиток національної інфраструктури геопросторових даних, зокрема національного геопорталу;
- виконувати функції держателя національного геопорталу;
- призначає та організовує діяльність адміністратора національного геопорталу, визначає адміністратора геопорталів Державної геодезичної мережі та бази топографічних даних.

Наразі неможливо описати структуру, стандарти, архітектуру сервісу, суб'єктів даних тощо, це пов'язано з військовою агресією Російської Федерації проти України, починаючи із 05 год. 30 хв. 24 лютого 2022 року згідно Наказу Президента України від 24 лютого 2022 року №64/2022 «Про введення військового стану в Україні», затвердженого Законом України «Про введення військового стану в Україні» №2002-ІХ від 24.02.2022 року. На даний час реєстри максимально закриті, оскільки це є питанням національної безпеки. В умовах воєнного часу потребують захисту такі геопросторові дані:

- ортофотоплани;
- топографічні карти;
- кадастрові карти із зазначенням об'єктів інженерної інфраструктури;
- відомості про координати об'єктів кадастру;
- цифрові моделі рельєфу та поверхні територій.

Аналізуючи простори національних геопорталів населених пунктів України до війни - їхні можливості, інструментарії та наповненість бази даних – особливо природничою тематикою, можна дійти висновку, що загальна єдина геоінформаційна система розроблена та функціонує достатньо якісно, проте є багато нюансів:

- природнича інформаційна база інтегрована в національні геопортали у малих кількостях.
- На деяких геопорталах природнича інформація відсутня повністю або

представлена як об'єкти ПОТ (природоохоронні території) та включає в собі інформацію їх меж з атрибутивною додатковою інформацією.

- Набори даних більше акцентуються на урбаністичному розвитку, через що, спостерігається відсутність будь-яких природничих аспектів геоінформаційних даних.

1.5 Історія розвитку та впровадження геопорталів

Історія виникнення геопорталу розпочалась разом з розвитком різних ГІС-сервісів, які підтримували процес онлайн картографування доставляючи геопросторові дані геоінформаційними системами (GIS) в Інтернеті, точніше у Всесвітній павутині (WWW).

Зрозуміло, що геопортали важливі для ефективного використання геоінформаційних систем (ГІС) і є ключовим елементом інфраструктури просторових даних (SDI).

З моменту початкової розробки в 1990-х роках національна інфраструктура геопросторових даних розвивалися різними поколіннями. Перше покоління, як правило, очолювалося національними картографічними агентствами для сприяння економічному розвитку, стимулювання кращого державного управління та сприяння екологічній стійкості [40]. Друге покоління – спрощений обмін та використання даних за допомогою геопорталу.

Постачальники географічної інформації, включаючи державні установи та комерційні джерела, публікують описи своєї географічної інформації (геопросторові метадані) за допомогою геопорталу. Споживачі географічної інформації, професійні чи випадкові, використовують географічні портали для пошуку та доступу до необхідної інформації. Як наслідок, географічні портали відіграють дедалі важливішу роль у обміні географічною інформацією, уникаючи дублювання зусиль, невідповідностей, затримок, плутанини та марної витрати ресурсів [38].

Перші великі географічні портали були створені в США наприкінці 1990-х років під керівництвом Федеральної ради географічних даних. Національна

інфраструктура просторових даних (NSDI), представлена в 1994 році, вважається найпершою концепцією географічного порталу. Федеральна рада геопросторових даних США (FGDC) координувала розробку NSDI, першого великого географічного порталу. Він має багато розподілених каталогів, які можна шукати через інтерфейс клієнта.

Уніфікований геопросторовий портал (Geospatial One-Stop, GOS), також вперше випущений у 2003 році, був розроблений як частина ініціативи США щодо електронного уряду. На відміну від NSDI, GOS побудовано навколо централізованої бази даних каталогу метаданих з архітектурою, яка з'єднує користувачів із постачальниками даних через веб-географічний портал. Користувачі GOS можуть використовувати простий веб-браузер (тонкий клієнт) або взаємодіяти безпосередньо з ГІС (товстий клієнт). GOS було припинено у вересні 2011 року, вміст, який він містив, став частиною ширшого веб-сайту Open Data (Geo.) Data.gov. У той же час федеральний уряд США запустив геопросторову платформу, яка являє собою перехід від акценту на каталогізації посилань ресурсів до спільного веб-сервісу для національно важливих наборів даних [26].

Зовсім недавно з'явилось поширення геопорталів для обміну географічною інформацією на основі регіону чи теми. Приклади включають геопортал INSPIRE (Інфраструктура просторової інформації в Європейському співтоваристві , створена в 2007 році [19] геопортал NatCarb , який надає географічну інформацію про поглинання вуглецю в Сполучених Штатах, просторові дані ООН, тощо.

Сучасні веб-геопортали включають прямий доступ до необроблених даних у різних форматах, повні метадані, онлайн-інструменти візуалізації, щоб користувачі могли створювати карти даних на порталі, автоматичні з'єднання між користувачами, набори даних і створені карти, механізми коментування для обговорення якісних даних, інтерпретації та обміну або експортувати створені карти в різні формати. Відкриті портали також дозволяють користувачам вносити набори даних.

Що стосується історії впровадження геопорталу в Україні, то наша держава приєднується до групи європейських країн, які створюють власну інфраструктуру

геопросторових даних. Це обов'язкова вимога для країн-членів ЄС і країн-кандидатів, які мають намір приєднатися до ЄС. Створення Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) є досить складним і тривалим процесом. На перших етапах, ще в 1991 році, була сформована Рада геопросторових систем (GIS). Відтоді, ще з 2000 року, українсько-шведський проект будувався на інституційному розвитку розбудови національного геопорталу, і лише у 2007 році Кабмін затвердив правову концепцію національного геопорталу в Україні. Перший проект закону про НІГД був поданий у 2008 році, але український базовий стандарт ISO був прийнятий лише у 2017 році, коли була створена Координаційна робоча група НІГД. Закон про НІГД був нарешті прийнятий у 2020 році [4].

У 2021 році, із ухваленням законів про НІГД та відповідних нормативних актів, програма фактично стартує, і НІГД починає працювати як сервіс, який об'єднує всі необхідні інструменти. На даний момент доступ геопорталу та даних обмежений.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ПРИРОДНИЧИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

На сьогодні у вільному просторі представлено великий ринок сучасних допоміжних інструментів за допомогою яких можна сформувати основу геоінформаційної платформи, які дозволять в першу чергу візуалізувати, зберігати і керувати просторовими даними в світовій мережі.

Головна задача це створити геопортал – систему, яку потрібно сформувати за допомогою різних технологій та інструментів, ціль якого забезпечити користувачів доступом до просторових даних, спостережень і аналітичних результатів із різних джерел. Це полегшує міждисциплінарні та пошукові дослідження, аналіз і прийняття рішень, особливо у випадку геопросторової інформації.

При проектуванні геопорталу у вигляді веб-картографічного ресурсу досліджуваної території потрібно розуміти, об'єми геопросторових даних їх зберігання і обробку, тому для цього необхідно виділити структурні масиви системи.

Для цього потрібно розробити сервісно-орієнтовану архітектуру та сформувати три логічні структури:

1. База даних;
2. Програмний сервіс;
3. Візуалізація кінцевому користувачу.

Клієнти (сервіси, інструменти, тощо) веб-карт відіграють важливу роль у геопорталах інфраструктур просторових даних (SDI), дозволяючи візуалізувати просторові дані з кількох джерел. Так само ці клієнти можуть бути частиною веб-додатку географічної інформаційної системи (ГІС), де користувачі можуть безпосередньо взаємодіяти, візуалізувати, запитувати та інтегрувати служби SDI з локальними даними та інструментами ГІС. Клієнт веб-карти — це програмне забезпечення (програми, засоби перегляду, бібліотеки, фреймворки тощо), яке надає або розширює компоненти веб-карти для перегляду та взаємодії з картами з віддалених джерел в Інтернеті. Деякі проекти, які надають такі компоненти відображення, використовують чисті технології на стороні клієнта, тоді як

переважна більшість проектів покладаються на можливості на стороні сервера, які дозволяють розширені завдання, такі як безпека, керування користувачами та групами, розширені можливості друку, підтримка просторового аналізу та автоматизація. Визначення елементів керування та функцій графічного інтерфейсу користувача, серед іншого.

Процес розробки веб-карти (рис – 12) можна розділити на три етапи:

- Перший етап передбачає збір і геообробку необроблених даних;
- Другий етап складається із завантаження геопросторових даних на сервер і створення картографічного сервісу, який надає картографічні дані у веб-браузері користувача;
- Завершальний етап включає процес веб-дизайну інтерфейсу карти з використанням клієнтської бібліотеки веб-карти.

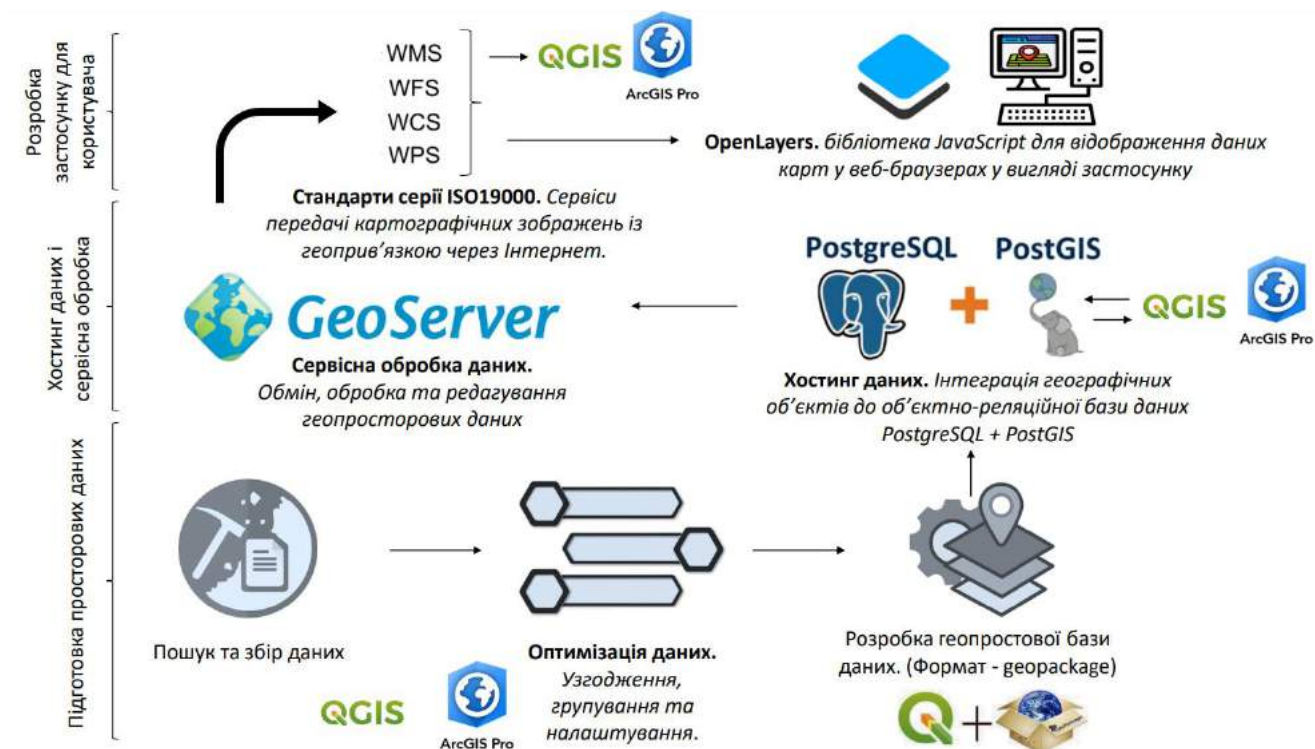


Рисунок 12. Етапи розробки геопорталу

2.1 Методика збору природничих даних для інформаційних систем на базі ГІС

Методика проектування природничих інформаційних системи на базі ГІС базуватиметься на відображенні різноманітної просторової інформації, яка насамперед невід'ємно пов'язане з практичними дослідженням та даними з інших джерел (топографічні карти, наукові дослідження, тощо). Для збору і опрацювання цих даних необхідно розуміти загальні принципи організації та функціонування ГІС.

Збір даних поділяється на пряме введення даних (оцифрування вручну) і передачу даних (введення даних з інших систем). Є два основних типи збору даних:

- первинні джерела даних – це джерела даних, зібрані в цифровому форматі спеціально для використання в проєктах ГІС;
- вторинні джерела – цифрові та аналогові набори даних, спочатку зібрані для певних цілей, які необхідно конвертувати у відповідний цифровий формат для використання в проєктах ГІС (у нашому випадку геопорталу).

Щодо збору даних також потрібно підготувати та включити до набору – отримання даних, обробку джерел карт низької якості, редагування відсканованих зображень карт, видалення шуму та налаштування відповідних апаратних і програмних систем ГІС для отримання даних. Оцифрування та передача – це кроки, на які витрачається найбільше зусиль. Редагування та вдосконалення містить багато методів, призначених для перевірки даних, виправлення помилок і покращення якості. Найважливіше це оцінка – процес визначення успіху та невдачі збору даних.

Збір геопросторових даних є важливим завданням для багатьох користувачів просторової інформації. Збір геопросторових даних може включати збір польових даних, обробку даних дистанційного зондування та перетворення їх в різні програмні середовища ГІС. Сьогодні геопросторові дані доступні з різних джерел. Серед них дані дистанційного зондування є одним із основних джерел даних у багатьох аналізах ГІС. Наприклад, супутникові знімки високої роздільної

здатності, такі як Махар, IKONOS та аерофотознімки, є основою для створення високоякісних карт землекористування (тобто карт зонування землекористування) та розмежування транспортних мереж. Супутникові зображення середньої роздільної здатності, такі як SPOT і Landsat TM/ETM, використовуються для створення кількісних карт землекористування (тобто карт земельного покриття) для регіональних досліджень змін землекористування. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) і LIDAR надають характеристики рельєфу для аналізу ГІС.

Крім того, дані дистанційного зондування важливі для екологічних досліджень, таких як вирубка лісів, глобальне потепління та управління природними ресурсами. Технологія використовує різноманітні складні датчики та платформи для захоплення реальної інформації. Однак збір даних у ГІС необхідний для подальшого геопросторового аналізу та картографування. ГІС перетворює інформацію реального світу в географічну базу даних для пошуку, аналізу та подальших геообчислень. З іншого боку, збір польових даних має велике значення для користувачів просторової інформації для збору характеристик просторового розподілу з відповідною атрибутивною інформацією [37].

Дані також можна збирати з відкритих проєктів, таких як OpenStreetMap, філософія якого полягає у зборі, збереженні та розповсюдженні загальнодоступних геопросторових даних, створюючи інструменти для використання спільнотами волонтерів. Рух компаній і урядів, спрямованих на розміщення ГІС-даних у відкритому доступі, зробив величезні обсяги даних доступними для всіх, визначаючи їх як «безкоштовні ГІС-дані». Безкоштовні дані ГІС можна отримати на сайтах загального користування, приватних сайтах або сайтах волонтерів. Загальнодоступні дані ГІС: Загалом, публічне надбання стосується уряду/органу, який робить свої дані ГІС доступними для громадськості на різних рівнях (повний, частковий, вибіркова область тощо).

Дані які потрібно зібрати для природничого наповнення геопорталу:

1. Адміністративне районування;
2. Структурно-тектонічне районування;
3. Фізико-географічне районування;

4. Річкові басейни в межах Львівської області;
5. Ґрунти в межах Львівської області;
6. Геоморфологічне районування;
7. Природно-сільського господарські райони.

Повний набір цих даних повинен включати просторову складову для подальшого зберігання, пошуку, вибору даних та аналітичних робіт з ними. Для цього ці дані потрібно опрацювати, надавши їм тип, залежно від їх просторового розташування, а саме векторну (точкові, лінійні, полігональні) чи растрову форму подання просторових даних та заповнити атрибутивну інформацію об'єктів.

Дані збираються у програмному середовищі QGIS за допомогою різних ГІС інструментів. Зрозуміло, що обсяг даних є надзвичайно важким для збору з нуля, тому перше джерело даних – наукові праці. Якісна природнича просторова інформація, яка потрібна для геопорталу представлена у колективній монографії Геоекологія Львівської області [3].

У цій монографії узагальнено великий фактичний матеріал, що стосується сучасних геоекологічних проблем Львівська області, розглянуто особливості та проблеми використання різних видів природних ресурсів з якісним картографічним матеріалом.

Отже, відповідно до обраного стандарту даних нам необхідно накопичувати інформацію для бази даних, збирати природні дані, інтегрувати їх у геопросторову інформацію за допомогою інструменту збору даних у ГІС-середовищі – QGIS. Ці дані мають як вторинне так і первинне джерело. Деяку інформацію можливо завантажити з різних безкоштовних ресурсів (наприклад: адміністративний поділ – ресурс: урядовий портал Міністерство розвитку громад та територій України [9]) а деяку потрібно проводити повну цифровізацію з нуля, наприклад:

Збір даних «Фізичко-географічне районування Львівської області» з нуля. Вхідними даними буде виступати тематична карта з монографії «Геоекологія Львівської області» PDF формату (автор – Іванов Є.А.) [3] та онлайн базова карта OpenStreetMap. Сам алгоритм збору у середовищі QGIS виглядає наступним чином:

- додавання до активних шарів – зображення тематичної карти у растровому форматі, а потім прив'язуємо його за допомогою інструменту Georeferencer (знаходиться на вкладці Raster --> Georeferencer);
- можна використати, наприклад, базову карту Google, OpenStreetMap і ідентифікувати (кляцнувши конкретну точку PDF-файлу, який ви імпортували в Georeferencer, а потім скориставшись опцією «З полотна карти») принаймні чотири точки в кутах. Потім перейдіть до параметрів Georeferencer, скористайтесь методом, натисніть «Запустити», і PDF-файл буде саме там, де ви хочете. Після чого доведеться створити новий шар і повторно намалювати елементи з PDF-файлу вручну за допомогою інструментів збору даних. Після чого розробити інформаційне забезпечення цьому шару створивши атрибути і надати кожному об'єкту певну інформацію (рис – 13).
- В атрибутивній таблиці створеного шару потрібно дати поля з якими ми будемо в подальшому працювати. Потрібно створити атрибутивні ланки та дати їм певні властивості, а саме поле для ідентифікації об'єктів та поле для кожного параметру, яке контролюється.

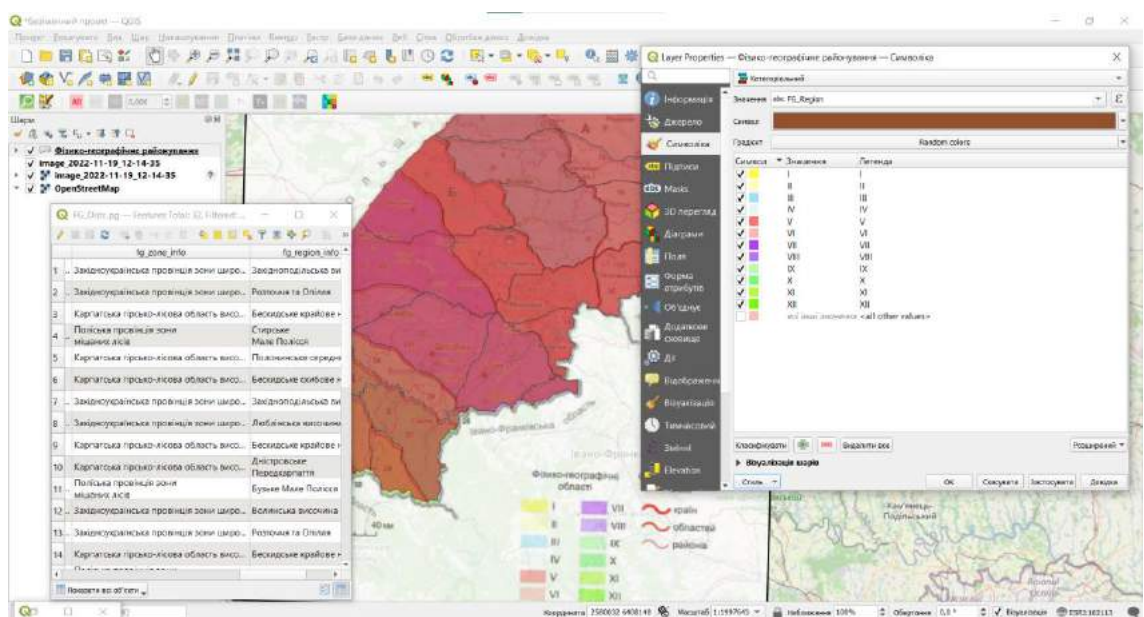


Рисунок 13. Приклад збору даних у середовищі QGIS

2.2 Методика розробки структури бази геопросторових даних

Розробка структури бази геопросторових даних відіграє важливу роль у створенні веб-розробки, оскільки цей етап є основним в розробленні тематичних геопорталів. Правильно сформована та ієрархічно розподілена база даних або банк дозволяє вихідному користувачу розуміти поділ даних та їх інформаційне спрямування. У сьогоденні популярності набирає об'єктно-орієнтований підхід до організації баз даних ГІС.

Ієрархічний розподіл – це набір елементів, пов'язаних один з одним за певними правилами. Об'єкти, пов'язані ієрархічними зв'язками, утворюють орієнтований граф. До основних понять ієрархічної структури належать: рівень, елемент (вузол) і зв'язок [1].

Організація просторових даних:

- дані повинні створюватися один раз і зберігатися в найбільш ефективному місці;
- повинна бути можливість комбінувати просторові дані з різних джерел і вони повинні бути доступними для багатьох користувачів і програм;
- просторові дані, отримані від першого рівня управління, повинні легко передаватися на всі інші рівні;
- просторові дані, необхідні для ефективною економічною діяльністю, мають надаватися в умовах, які не перешкоджають їх активному використанню;
- організація просторових даних повинна гарантувати, що їх легко отримати та оцінити їх придатність для певних цілей та умов прийняття.

Для розробки бази даних природничої інформації необхідно застосовувати такий набір програмних інструментів:

- **QGIS** – геоінформаційна система;
- **Postgresql** – об'єктно-реляційна система керування базами даних. Є альтернативою як комерційним СКБД, так і СКБД з відкритим кодом;
- **PostGIS** – це програма з відкритим кодом, яка додає підтримку географічних об'єктів до об'єктно-реляційної бази даних PostgreSQL.

PostGIS відповідає специфікації Simple Features for SQL Open Geospatial Consortium. Технічно PostGIS реалізовано як зовнішнє розширення PostgreSQL [49]. Забезпечує дані стовпцем Geometry Column, у якому кожен запис має свій просторовий опис. Таким чином колонки стають «просторовими»;

- **GDAL** – це бібліотека програмування з відкритим кодом і набір утиліт, які дозволяють маніпулювати растровими даними [22];
- **OGR2OGR** – векторним аналогом, також постачається за допомогою GDAL.

Дані зібрані в попередньому розділі, потрібно підготувати до інтеграції їх в реляційну базу даних та завантажити в базу даних GeoPackage — це контейнер, який дозволяє зберігати ГІС-дані (шари) в одному файлі. На відміну від формату ESRI Shapefile, один файл GeoPackage може містити різні дані (векторні та растрові дані) у різних системах координат, а також таблиці без просторової інформації. Усі ці функції спрощують обмін даними та уникають дублікатів файлів, проте потрібно розуміти, що маніпуляція з даними буде відбуватись на різних користувацьких рівнях (від звичайного користувача до досвідченого), тому щоб дані не зміщувались у просторі (як у застосунку так і портативній ГІС програмі) потрібно узгодити всім базам даних (та їм шарам) одну систему координат, а саме Web Mercator, Google Web Mercator, Spherical Mercator, WGS 84 Web Mercator або WGS 84/Pseudo-Mercator є різновидом картографічної проекції Mercator і є стандартом де-факто для веб-картографічних програм. Він став популярним після того, як Google Maps прийняв його в 2005 році. Він використовується майже всіма основними постачальниками онлайн-карт, включаючи Google Maps, CARTO, Mapbox, Bing Maps, OpenStreetMap, Mapquest, Esri та багато інших [61].

Після успішного збору даних та розробки структури GeoPackage, наступним етапом передбачається хостинг цих даних, для цього необхідно використовувати спеціальне програмне забезпечення - системи управління базами даних (СУБД), для яких використовують спеціальну мову – SQL (мова структурованих запитів).

Приклади готових сервісів СУБД, які ми будемо використовувати: PostgreSQL та PostGIS.

PostGIS підтримує набір типів SQL (Structured query language, декларативна мова програмування для взаємодії користувача з базами даних, що застосовується для формування запитів, оновлення і керування реляційними БД), операторів і функції для «просторової активації» PostgreSQL. Він також включає просторове індексування R-Tree схеми. Реалізовано за допомогою GiST (GIST розшифровується як Goals, Ideas, Step-Projects і Tasks, це легкий підхід до планування продукту з метою зменшення накладних витрат на управління, підвищення швидкості та виробництва продуктів, які краще відповідають потребам ринку), що дозволяє нам розширити PostgreSQL до запитів.

PostGIS можна використовувати двома способами:

Сховище даних об'єктів ГІС:

- ESRI Shapefiles;
- OS MasterMap;
- GDAL, OGR.

Обробка просторових об'єктів:

- *обчислення двійкових предикатів*, таких як *Crosses* (повертає True, якщо внутрішня частина об'єкта перетинає внутрішню частину іншого, але не містить її, а розмір перетину менший за розмір того чи іншого), *Touches*(повертає True, якщо об'єкти мають принаймні одну спільну точку, а їхні внутрішні частини не перетинаються з жодною частиною іншого) і *Intersects* (повертає True, якщо межі або внутрішня частина об'єкта будь-яким чином перетинаються з межами іншого);
- *обчислити геометричні результати Intersection*(повертає представлення перетину цього об'єкта з іншим геометричним об'єктом) та *Union*(повертає представлення об'єднання точок цього об'єкта та іншого геометричного об'єкта).

PostGIS також використовує дві популярні існуючі бібліотеки, які для наших потреб є найважливішими в розробці, а саме:

- PROJ.4 – це бібліотека для виконання перетворень між картографічними проекціями, забезпечує систему координат і на льоту підтримка репроекування.
- GEOS – забезпечує просторові предикати та геометричні функції обробки.

Проте до всіх функцій можна отримати доступ за допомогою мова структурованих запитів SQL.

Процес інсталяції є достатньо простий: на офіційному сайті завантажити інсталятор програми Postgresql, розпочати етап інсталяції та налаштування сервера (у нашому випадку локального) та завантажити нові функції база даних підтримку геометрії – PostGIS (можливість під час інсталяції вибрати додаткові утиліти, сервіси, тощо. PostGIS включно). Він надає 2 файли: lwpostgis.sql – основні оператори та типи, spatial_ref_sys.sql – перелік міжнародних систем просторової відліку. Після їх завантаження та встановлення потрібно в програмі PostgreSQL вибрати потрібний нам сервер СУБД (в нашому випадку PostgreSQL 13) та створити власну базу даних.

Створення просторової бази даних – PostGIS мовою програмування, яка підтримується реляційною системою керування базами даних PostgreSQL PL/PGSQL:

```
postgres@geoportal:~$ createdb postgis
```

Створення бази даних

```
postgres@geoportal:~$ createlang plpgsql postgis
postgres@geoportal:~$ psql -d postgis /usr/share/postgresql/lwpostgis.sql
postgres@geoportal:~$          psql          -d          postgis
/usr/share/postgresql/spatial_ref_sys.sql
```

Перевірка працездатності бази даних:

```

postgis=# SELECT postgis_full_version();
           postgis_full_version
           POSTGIS="3.1."  GEOS="3.0.0-CAPI-1.4.1"  PROJ="Rel. 4.6.0, "
USE_STATS (1 row)

```

PostGIS підтримує OGC-сумісні геометрії від відкритого геопросторового консорціуму. Специфікацію можна завантажити безкоштовно – PostGIS офіційно сертифіковано як сумісний із OGC.

Основні типи геометрії OGC:

- Точкові;
- Полігональні;
- Лінійні.

Типи масивів геометрії:

- Багатоточковий;
- Мультиполігон;
- Мультилінійний;
- Збірник геометрії.

Основні приклади геометрії мовою програмування SQL:

```

postgis=# SELECT ST_AsText(ST_GeomFromText('POINT(4 51)'));
           st_astext

```

```
POINT(4 51) (1 row)
```

```
postgis=# SELECT ST_AsText(ST_GeomFromText('LINESTRING(0 0, 1 1, 2 2, 3 3)')
);
```

```
st_astext
```

```
LINESTRING(0 0,1 1,2 2,3 3) (1 row)
```

```
postgis=# SELECT ST_AsText(ST_GeomFromText('POLYGON((0 0, 0 1, 1 1, 1 0, 0 0
))'));
```

```
st_astext
```

Повернемося до наших зібраних природничих даних, які збережені у форматі GeoPackage, щоб інтегрувати наші дані у створену реляційну базу даних в Postgresql потрібно ці дані імпортувати за допомогою ogr2ogr (бібліотека програмування, яка перетворює дані простих функцій між форматами файлів). Розробники можуть використовувати ogr2ogr для перетворення даних простих функцій між форматами файлів. Також можна виконувати різні операції під час процесу, такі як вибір пробілів або атрибутів, зменшення набору атрибутів, встановлення вихідної системи координат і перепроєктування функцій під час трансформації. Для розробки нашої бази даних, буде використовуватись ogr2ogr із драйвером GPKG (GeoPackage), щоб імпортувати дані:

```
ogr2ogr -f PostgreSQL PG:"dbname='Tectonic' host='localhost' port='5432'
user='postgres' password='admin'"
D:\GIS_DATA\Tectonic\Tectonic.gpkg
```

ogr2ogr – виклик драйвера;

-f PostgreSQL – назва формату вихідного файлу (виклик програми бази даних);

PG:"dbname='Tectonic' host='localhost' port='5432' user='postgres' password='admin'" – заповнення характерних ознак для з'єднання з певною базою даних (назва бази даних, з'єднання з хостом, порт, назва користувача та пароль);

D:\ GIS_DATA\Tectonic\Tectonic.gpkg – шлях до пакету бази даних (GeoPackage).

Існує багато інструментів ГІС, які можуть отримати доступ до даних у PostGIS:

- JUMP – це векторна та растрова ГІС-система та основа програмування на основі Java. Поточна розробка продовжується під назвою OpenJUMP [36];
- QGIS – вільна крос-платформена геоінформаційна система [50];
- GeoServer – це сервер із відкритим вихідним кодом, написаний на Java, який дозволяє користувачам ділитися, маніпулювати та редагувати геопросторові дані. Він спеціально створений для сумісності з використанням відкритих стандартів для публікації даних з будь-якого основного джерела просторових даних [23];
- MapServer – середовище з відкритим кодом для розробки інтернет-додатків для роботи з геопросторовими даними. Можна запускати як програму CGI або через Mapscript. MapServer був розроблений в Університеті Міннесоти [39].

2.3 Методика опрацювання даних засобами GeoServer

У цьому підрозділі розроблятиметься сервіс опрацювання даних засобами рендерингу геопросторових об'єктів за допомогою інформаційного сервісу GeoServer. Зрозуміло, що отриманою у минулому підрозділі базою даних її корегування буде важким, проте нею можна маніпулювати за допомогою різних сервісів, завданням яких забезпечувати комплексну автоматизацію управління геоданих та логістичними процесами тобто дати можливість редагувати, надавати доступ та переглядати банк даних.

Geoserver — це сервер на основі Java, який дозволяє створювати карти та обмінюватися даними. Він повністю відкритий і працює за стандартами OGC. Це може дозволити відображати просторові дані та ділитися ними зі світом через Інтернет. Geoserver поставляється з WMS, який може взаємодіяти з іншими програмами Java, такими як OpenLayers, і може створювати карти в різних форматах. Він постачається з вбудованим "Geotools", набором інструментів Java GIS з відкритим кодом, який дозволяє виконувати ГІС-операції на картах. GeoServer може відображати дані з будь-якої популярної сучасної картографічної програми, як-от Google Maps, Google Earth, Yahoo Maps тощо. Він може підключатися до традиційних настільних ГІС-інструментів, таких як ESRI ArcGIS, QGIS.

Етапи інсталяції GeoServer. Завантаження та встановити на сервер машину (у нашому випадку, локальний хост) Apache Tomcat який є інструментом веб-сервера з відкритим кодом, що розроблений Apache Software Foundation (ASF).

Наступний етап полягає у встановленні сервісу – **GeoServer**, який відповідає стандартам Open Geospatial Consortium: WMS, WFS, WMTS, WPS, надає можливість візуалізувати та працювати з різними геопросторовими даними за допомогою підтримки різних форматів.

Встановлення GeoServer відбувається за допомогою веб-сервера Apache Tomcat для цього потрібно зробити такі операції: 1. Запустити сервер (рис – 14) та зайти на нього в будь-якому веб-переглядачі (приклад: <http://localhost:8080/>) записавши в рядок пошуку URL ті конфігурації, які вказували при встановленні сервера Apache Tomcat;

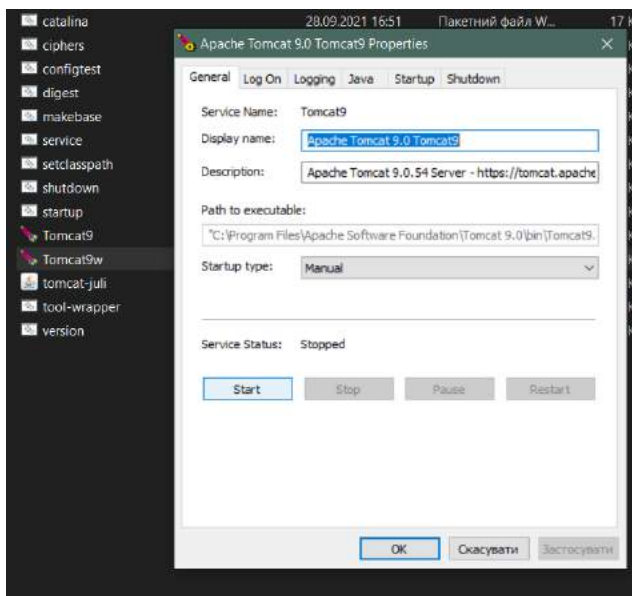


Рисунок 14. Параметри запуску серверної машини

2. У випавшому меню налаштувань потрібно вибрати Manager App та знайти пункт «**WAR file to deploy**» у цьому пунктів потрібно додати з завантаженої нами архівної папки GeoServer файл «**geoserver.war**» (рис – 15) та встановити на сервер.

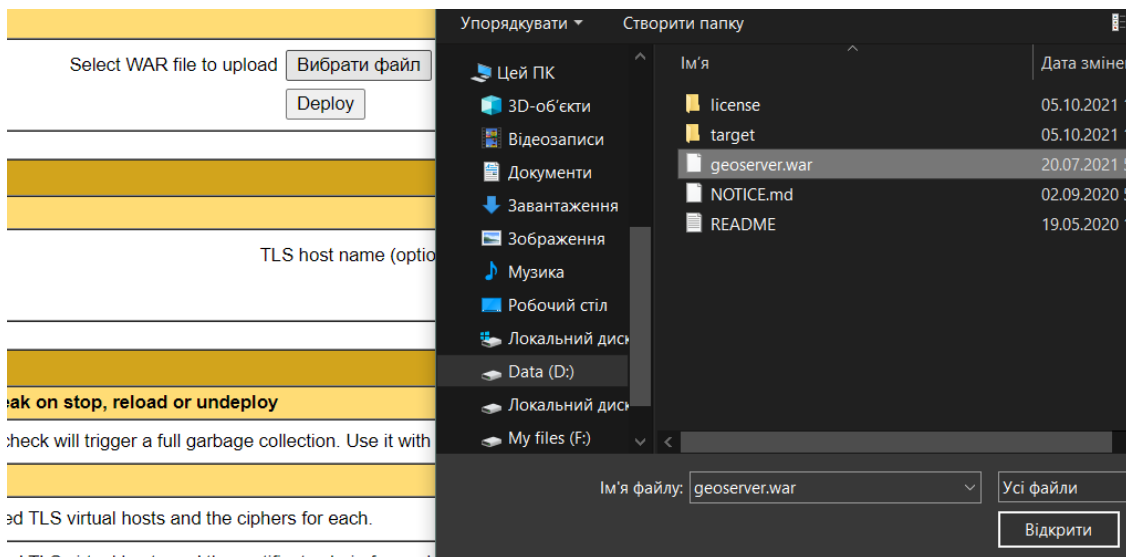


Рисунок 15. Інтеграція сервісу GeoServer в серверну машину

Після зроблених операцій заходимо на веб-сервер Apache Tomcat запускаємо доданий нами GeoServer (рис – 16), тепер можна успішно переходити до обробки даних та підготовки їх до наступного етапу.

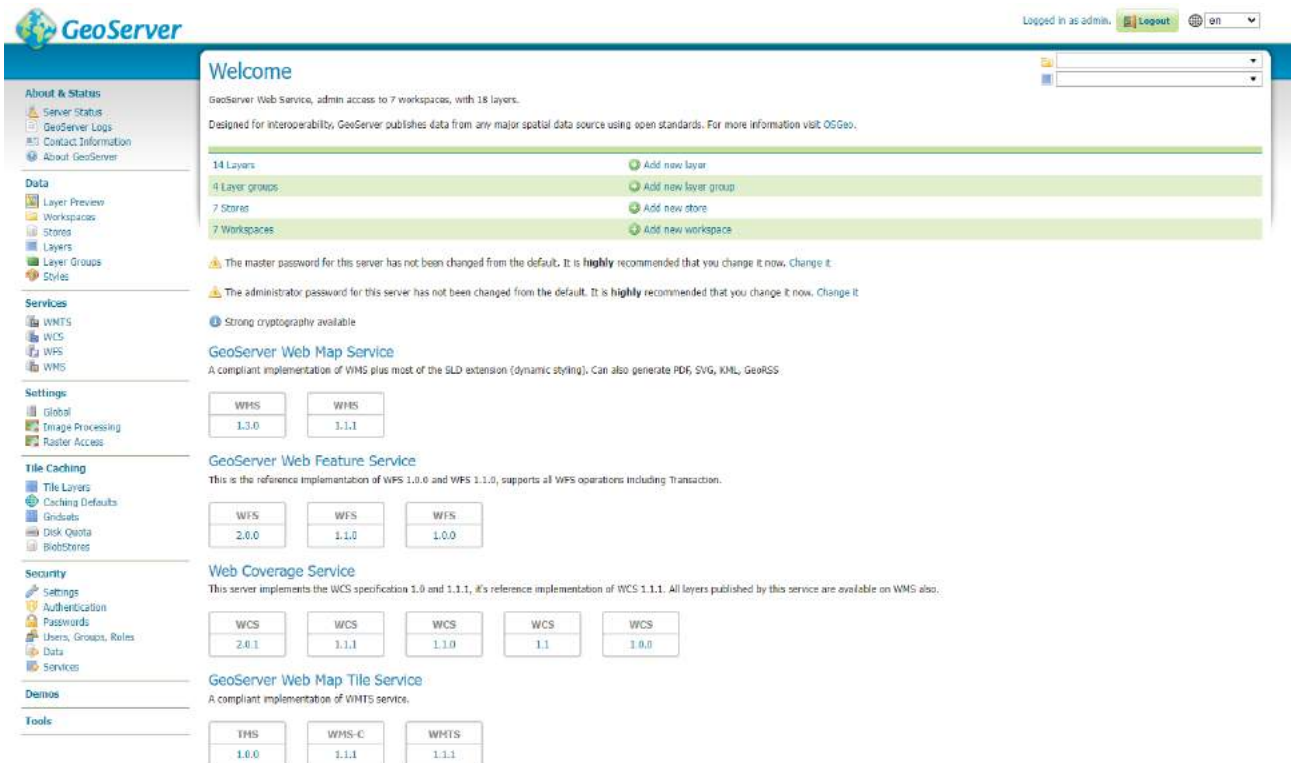


Рисунок 16. Головне вікно веб-інтерфейсу сервісу GeoServer

Для опрацювання даних до наступного етапу ми створюємо нові робочі простори в розділі «Workspaces» та формуємо назви робочих просторів по тематиці:

1. Адміністративне районування;
2. Структурно-тектонічне районування;
3. Фізико-географічне районування;
4. Річкові басейни в межах Львівської області;
5. Ґрунти в межах Львівської області;
6. Геоморфологічне районування;
7. Природно-сільськогосподарські райони;
8. Топографічна карта масштабу 1:100 000.

Наприклад створимо робочий простір для адміністративного районування, заходимо в *GeoServer(i)* в розділ «Workspaces» → «Add new workspace» → даємо індивідуальне ім'я «AdminLvl1» → після чого заходимо в розділ «Stores» → «Add new Store» → вибираємо ресурс даних (створюємо сховище даних для GeoServer) «PostGIS» - PostGIS база даних → заповнюємо конфігурацію (рис – 17) →

наступний етап і завершальний це керування шарами (з бази даних), які публікує GeoServer «Layers» → «Add a new layer» → вибираємо сховище, у нашому випадку AdminLvl та публікуємо потрібні нам шари. Робим цю операцію для всіх тематичних шарів [23].

Рисунок 17. Конфігурація з'єднання бази даних PostGIS з GeoServer

Підтягнувши всі базу даних в розділі «Stores» та створивши потрібні нам шари в GeoServer(i) переходимо до основного компоненту веб-картографічної програми, а саме – зображення шарів (в карті). Веб-картографічна служба або скорочено WMS — це стандартна процедура доступу до картографічних даних із сервера, на якому вони зберігаються. Коли користувач взаємодіє з картою, частини карти генеруються на сервері та надсилаються назад на карту. WMS, WFS генерують дані карти у формі зображення, векторного або растрового. Простий WMS-запит може виглядати так:

```
http://localhost:8080/geoserver/topp/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=AdminLvl:oblast&styles=&bbox=145.19754,-43.423512,148.27298000000002,40.852802&width=512&height=427&srs=EPSG:4326&format=image/png
```

Коротке пояснення вищезгаданої WMS:

1. Деталі сервера (запит WMS 1.1.0);
2. Тип запиту (WMS GetMap);
3. Назва шару (AdminLvl:oblast);
4. Проекція (EPSG:4326);
5. Обмежувальна рамка/екстент (в даному випадку координати широти/довготи);
6. Розмір і формат зображення (512x427 PNG).

Основу для початку розробки геопорталу зроблено. PostgreSQL, як і інші СУБД, працює як сервер у системі клієнт-сервер. Клієнт посилає серверу запит та приймає відповідь. PostGIS додає додаткову функціональність до СУБД PostgreSQL. PostGIS відкриває можливості PostgreSQL з позиції зберігання просторових даних, запитів до них та управління ними. Ця збірка двох програм СУБД успішно функціонує на фундаменті Apache Tomcat і сервері опрацювання даних від GeoServer.

2.4 Методика розробки застосунків для візуалізації геопросторових даних

Перед тим як перейти до розробки застосунків потрібно розуміти конкретну мету цієї розробки, яка повинна полягати в опрацюванні веб-програми та підходити для університетського факультету чи будь-якого волонтерського проєкту з збором даних у вільному середовищі. Тому цей застосунок для повного функціонування повинен мати такі можливості:

1. Надати громадськості карти дослідницької діяльності.
2. Можливість надавати карти обмеженим користувачам (наприклад, іншим дослідницьким групам, науковцям, студентам, тощо).
3. Дані на карті мають бути доступними для вибору, редагування, масштабування, панорамування тощо.

Зрозуміло, що отриману у минулих підрозділах базу даних, корегування буде важким, проте її можна підключати за допомогою розширення WMS та

WFS, який повинен забезпечувати комплексну автоматизацію управління сховищами та логістичними процесами тобто дати можливість редагувати та переглядати банк даних.

Загалом опрацьовувати всі дані з бази даних можна за допомогою різних інструментів наприклад підключивши їх до ГІС програм - QGIS або ArcGIS. Проте, необхідно розробити веб-програму, яка реалізовуватиме для користувача пряме відображення цих даних в опрацьованому кінцевому зображенні. Тому наступна інформація буде відноситись до формування логічної структури за допомогою програмних сервісів. Для цього можна розглядати різні набори інструментів та клієнтських фреймворків (інфраструктуру для програмних рішень, яка полегшує розробку складних систем). Цю інфраструктуру можна вважати складною бібліотекою, але в той же час вона має багато обмежень, які встановлюють правила для створення логіки написання коду, простіше кажучи, це набір готових функцій, які спрощують життя розробника та код у JavaScript. Для прикладу наведемо деякі з найбільш вживаних для створення геопорталів фреймворки:

Bootstrap - використовується веб-розробниками для швидкої верстки адаптивних дизайнів сайтів та веб-додатків;

jQuery - популярна JavaScript-бібліотека з відкритим кодом, це синтаксис призначений для спрощення навігації шляхом вибору елементів DOM, створення анімації, обробки подій і розробки програм AJAX. jQuery також надає розробникам можливість створювати плагіни на основі бібліотеки JavaScript. Використовуючи ці об'єкти, розробники можуть створювати абстракції для низькорівневої взаємодії та анімацію для ефектів високого рівня. Це допомагає створювати потужні та динамічні веб-сторінки [35];

Openlayers – інструмент який дозволяє легко розмістити геопросторові дані на динамічну карту на будь-якій веб-сторінці;

Leaflet – бібліотека JavaScript з відкритим вихідним кодом для відображення карт на HTML-сторінках. Самодостатній, сучасний, не надто громіздкий, має розширену ліцензійну угоду, простий у використанні.

JavaScript — це динамічна, об'єктно-орієнтована, прототипна мова програмування. Реалізація стандарту ECMAScript.

Для початку потрібно зрозуміти суть поняття веб-застосунку. Веб-додаток у науковому розумінні — це будь-яка комп'ютерна програма, яка використовує веб-браузер як клієнт для виконання певної функції. Програма може бути такою ж простою, як дошка оголошень чи контактна форма на веб-сайті, або такою ж складною, як текстовий процесор [31]. На сучасному ринку розроблено безліч різноманітних сервісів та інструментів, які дозволяють розробляти веб-застосунки з можливостями пошуку та легкого доступу до геопросторової інформації (MapServer, mapbox, Leaflet, GeoServer, ArcGIS Online, ArcIMS, GeoMedia WebMap). Основним завданням цих застосунків надання кінцевим користувачам геопросторових даних.

У магістерській роботі головним елементом для розробки застосунків для управління геопросторовими даними буде використовуватись бібліотека JavaScript **OpenLayers**.

OpenLayers (OL) – це клієнтська бібліотека сценаріїв Java. Вона повністю відкрита і доступна у вільному доступі. Знання програмування спрощують використання OL, проте розробник з мінімальним знанням програміста може впоратися з цим, оскільки все зберігається в бібліотеці OL. Бібліотека не належить жодній компанії, оскільки розроблена групою спільнот, що розвиваються. Бібліотеку сценаріїв Java можна завантажити локально або на сервері, бібліотеку можна редагувати відповідно до потреб користувача. OL працює на локальній машині користувача, зокрема, у веб-браузері користувача [2].

Ідея OpenLayers виникла у компанії MetaCarta (США) у 2006р. і випущена як програмне забезпечення з відкритим кодом. Бібліотека OpenLayers дозволяє створити веб-інтерфейс для відображення картографічних матеріалів, представлених у різних форматах та розміщених на різних серверах та хмарах. Також дозволяє легко розмістити динамічну карту на будь-якій веб-сторінці. Він може відображати фрагменти карти, векторні дані та маркери, завантажені з

будь-якого джерела. OpenLayers був розроблений для подальшого використання географічної інформації всіх видів. Це повністю безкоштовний JavaScript з відкритим кодом, випущений під ліцензією BSD [47].

Отже, OL-бібліотека – це Application Programming Interface, API (інтерфейс прикладного програмування), який надає інструменти для створення програм веб-карт. Створюючи програму веб-карти з нуля, ви можете використовувати різні функції з бібліотеки OL. Наприклад, якщо компанія або звичайна людина хоче створити сайт/блог, замість того, щоб створювати його з нуля, вони використовують наявні ресурси, такі як WordPress або Blogger, щоб створити програму на його основі. Те саме стосується веб-картографічних застосунків, можна створити з нуля або використати приклади з бібліотеки OL, створеної та перевіреної сильною спільнотою. Перед розробкою потрібно розглянути модель взаємодії клієнта/сервера (рис – 18) та зрозуміти наступні принципи:

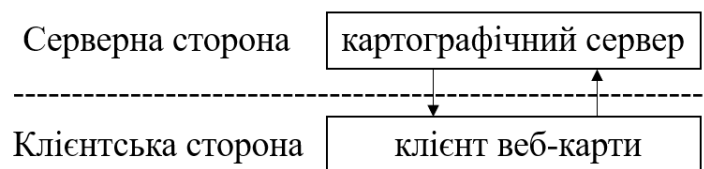


Рисунок 18. Модель взаємодії клієнта/сервера

Клієнт веб-карти: основним обов'язком клієнта є отримання карти від сервера карт. Коли користувач взаємодіє з картою шляхом панорамування, масштабування або перегляду певної області на карті, клієнт повинен запитати цю конкретну карту на сервері та відобразити її на карті. OL використовує асинхронний JavaScript (AJAX) для всієї роботи на стороні клієнта.

Сервер веб-карт: сервер карт просто надає карти клієнтам веб-карт. Доступно багато різних картографічних серверів, приклади: Google Maps, Bing Maps. Ці картографічні сервери дозволяють клієнтам вибирати різні частини карти. За допомогою OL ви можете використовувати кілька внутрішніх серверів, таких як Google, Bing тощо. Клієнт та серверна сторона між собою

взаємозалежні. Клієнт дає запит на отримання певної інформації або функції, сервер виконує та надає доступ.

OpenLayers дозволяє підключатися до зовнішніх або внутрішніх серверів сховищ даних, які можуть доставляти дані на карту. Ці різні сервери даних за допомогою бібліотеки OL можуть бути додані до карти як шари. Кожен шар на карті може накладатись один до одного, як у настільній ГІС-програмі. Google Maps Server, OpenStreetMap тощо можна використовувати як фонові карти, а поверх них можна відображати будь-які растрові або векторні дані [2].

Структура веб-картографічного застосунку в загальному виглядає наступним чином (рис. 19):

1. Вміст карти:

- Базові карти: плиткові шари, які витягуються з OSM, Bing, MapBox, Stamen та будь-якого іншого джерела XYZ, який ви можете знайти. Плиткові шари – це карта, яка відображається у веб-браузері шляхом легкого з'єднання десятків індивідуально запитуваних файлів зображень або векторних даних.
- Операційні шари: шар, який посилається на географічні дані з файлу чи служби та використовується для візуалізації даних на карті чи сцені . Операційні шари відображаються поверх шару базової карти. Наприклад - відтворення векторних даних із GeoJSON, TopoJSON, KML, GML, векторних плиток Mapbox та інших форматів.

2. Функціональність карти. Відіграє роль відображення та взаємодії з картами кінцевим користувачем. Цей процес забезпечує систематизований збір фрагментів плагінів Java-скріпту з бібліотеки OpenLayers та об'єднання в один сценарій, який відтворюватиме кінцевий елемент карти [54] [2].



Рисунок 19. Структура веб-картографічного застосунку

OpenLayers розроблений на принципі low-code (no-code) це підхід до створення, налаштування і модифікації систем і застосунків, який практично не вимагає написання програмного коду, використовують візуальні інтерфейси з простою логікою. На офіційному сайті OpenLayers знаходиться повна документація роботи з цією технікою та навчальний посібник з алгоритмом роботи [47].

Розробка веб-картографічних застосунків засобами OpenLayers можна поділити умовно на кілька етапів [2]:

1. Підготовчий етап

Підготовчий етап полягає в формуванні геоінформаційних даних їх опрацювання та підготовці технічного ресурсу. Початкова робота зводиться до розгортки робочої сфери кодування. Рекомендація для цього є програма VS Code [59] (текстовий редактор для створення, та редагування початкового коду програм). Для цього за алгоритмом поданим на офіційному сайті виконуємо перші дії для подальшої роботи, а саме в директиві майбутнього застосунку, встановлюємо OpenLayers (рис. 20).

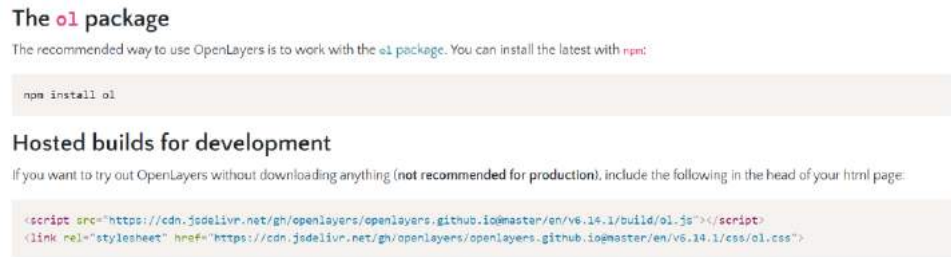


Рисунок 20. Алгоритм встановлення пакетів

Після завантаження пакету OpenLayers інтегруємо в робоче середовище - пакувальник webpack, який приймає модулі із залежностями та створює статичні файли, що представляють ці модулі. За допомогою Webpack розроблення застосунку буде простішим та оптимізованим в правильному систематизованому положенні [2].

Алгоритм інтеграції webpack в OpenLayers (в директиву папки робочого середовища за допомогою CMD команди):

```
git clone git@github.com:openlayers/ol-webpack.git
cd ol-webpack
npm install
npm run build (запуск пакувальника для кінцевого результату)
```

2. Розробка

Щодо розробки самого застосунку то, щоб створити веб-сторінку, потрібні деякі базові речі:

1. Конструкція сторінки (наприклад, HTML);
2. Стилi (наприклад, CSS);
3. Взаємодія зі сторінкою (наприклад, JQuery);
4. Логічна структура (JavaScript).

HTML є стандартною та загальноприйнятою мовою розмітки, яка використовується для створення веб-сторінки. HTML розшифровується як «мова гіпертекстової розмітки». HTML визначає структуру веб-сторінки за допомогою стандартних тегів, укладених у кутові дужки (наприклад: <html>) і атрибутів. Усі

теги HTML мають пару, тобто тег початку та тег закінчення (<html>,</html>). Закриваючий тег виглядає так само, як і початковий, із додатковим зворотним слешем “/” перед назвою тегу. Є кілька сотень тегів HTML, доступних у мові, усі теги не потрібні для створення веб-сторінки. Для створення веб-сторінки необхідні два основні теги. Без цих сторінок створити веб-сторінку неможливо (можна використати вільні онлайн навчальні посібники по різних мовах програмування, такі як: W3Schools, HTML Tutorial).

Етап розробки – акцентований на процесах складання потрібних функцій в одну веб-сторінку (складання пазлів) із попередньо створених макетів, заздалегідь написаних логічно-математичними зв’язками між змінними в Java-Script [2].

Для створення прототипу геопорталу, спершу потрібно створити потрібний каталог в якій буде знаходитись проєкт (на серверній платформі). В цьому каталозі створюються робочі файли: (за допомогою редактора коду) *index* типом **HTML** (стандартизована мова розмітки документів для перегляду веб-сторінок у браузері) та *main* типом **JS** (динамічна, об’єктно-орієнтована прототипна мова програмування), після чого потрібно скопіювати основний код (який можна знайти на офіційному сайті OpenLayers) в ці файли (HTML – скелет застосунку, JS – логіка роботи) [2].

Приклад структури файлу HTML (рис. 21): тег <head> призначений для збереження службової інформації про сторінку. Він розташовується першим у тезі <html>, відразу перед <body>. Всередині <head> зазвичай міститься заголовок, ключові слова, опис сторінки та інші службові дані. Також у ньому підключаються зовнішні ресурси, наприклад, стилі.

```

<!DOCTYPE html>   Тип файлу
<html>
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>Адміністративна карта України</title>
    <script src="./libs/ol.js"></script>
    <script src="./libs/ol-layerswitcher.js"></script>
    <link rel="stylesheet" href="./libs/ol-layerswitcher.css">
    <link rel="stylesheet" href="./libs/ol.css">
    <script src="./libs/layerswitcher.js"></script>
    <style>
      .layer-switcher {max-width: 300px;}
      html, body { margin: 0; height: 100%;}
      #map {position: absolute;top: 0;bottom: 0;width: 100%;}
    </style>
  </head>

```

Назва веб-сторінки

Прив'язка до стилів та плагінів Openlayers
<script – прив'язується JavaScript>
<link – прив'язка до каскадних таблиць стилів, спеціальна мова стилю сторінок>

<style каскадні таблиці стилів </style>

<head>зберігаються метадані документа</head>

рисунк 21. Будова зберігання метаданив в html

У тег <body> ми створюємо розмітку де створюємо ідентифікатор та клас для написання логіки в **main.js**.

```
<div id="map" class="map"> </div>
```

Після HTML переходимо до написання логіки в **main.js**. На офіційному сайті знаходиться велика кількість прикладів створення та додаванні різних функцій чи шарів для розробників [2].

Для того щоб додати основну карту вписуємо в **js** такі змінні (типовий приклад):

```
const map = new Map({
```

– змінна для створення основного елемента – веб-карти;

```
target: 'map',
```

– ціль для посилання на HTML;

```
view: new View ({
```

– вигляд карти;

```
center: [0, 0],
```

– координати центру;

```
zoom: 2 }));
```

– рівень зближення до центру;

Приклад додавання базової карти (OSM):

```
const OpenStreetMap =
```

– нова змінна [6];

```
new TileLayer({
```

– дозволяє працювати з кешованим картографічним сервісом, приклад OSM;

```
title: 'OSM',
```

– назва елемента;

```

type: 'base', – тип елемента;
source: new OSM(),}); – доступ до елемента;
map.addLayer(OpenStreetMap) – додавання елемента до змінної map а
саме основної карти;

```

Приклад додавання векторних шарів в форматі GeoJSON:

```

const oblast = new VectorImageLayer({ – нова змінна, яка базується на
векторному зображенні;
title: 'Oblast', – назва шару;
type: 'layers', – тип шару;
source: new VectorSource({ url: './data/oblast.geojson', – шлях для доступу
до файлу;
format: new GeoJSON(), }) – формат векторного шару;
map.addLayer(oblast) – додавання елемента до змінної map а саме основної
карти;

```

Приклад додавання WFS форматів на карту:

```

var geomprhurl =
http://localhost:8080/geoserver/geomorph/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=geomorph%3Ageomorph\_pg&maxFeatures=5000&outputFormat=application%2Fjson – посилання надане сервісом GeoServer;

var geomorphstyle = [ new ol.style.Style({ stroke: new ol.style.Stroke({ color:
'rgba(35,35,35,1.0)', lineDash: null, lineCap: 'butt', lineJoin: 'miter', width: 1 }), fill:
new ol.style.Fill({ color: 'rgba(141,90,153,0.0)'}), }); - змінна з стилізацією вектора;
var geomorph = new ol.layer.Vector({ – нова змінна, яка базується на
векторному зображенні;

```

```

    title:'Геоморфологічне районування', - назва шару;
    visible: true, - видимість шару;
    source: new ol.source.Vector({ - функція, яка відображає шлях
підключення джерела даних;
    url: geomorphurl, - посилання на шлях даних;
    format: new ol.format.GeoJSON(), - формат даних;
    }),
    style: geomorphstyle, - стиль для шару;
  });

```

Приклад додавання WMS форматів на карту:

```

const topomap = - створення нової змінної;
new ol.layer.Image({ - формат змінної, у нашому випадку зображення;
  title:'1:100 000 - Топографічна карта', - назва шару;
  visible: false, - видимість шару;
  source: new ol.source.ImageWMS({ - нове сховище даних;
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/wms', - посилання на сховище даних
(GeoServer);
    params: {'LAYERS': 'topomap:Топо_web_mer'}, - параметри бази даних;
    ratio: 1, - відношення;
    serverType: 'geoserver' – формат сервера;
  }) });

```

Розуміючи основні принципи побудови веб-картографічних застосунків, робота з бібліотекою OpenLayers стає прозорою та швидкою, розробник може додати той функціонал який вважає за потрібним для його розробки.

Для нашого прототипу геопорталу використовується бібліотеки сторонніх розробників ol-ext — це набір розширень, елементів керування, взаємодії, спливаючих вікон для використання з Openlayers . OL-ext інтегрує у себе – jquery,

FontAwesome (набір інструментів для шрифтів і значків) щоб налаштувати та розширити функціональність будь якої веб-картографічної розробки [47].

Приклад створення «контроль шарами» за допомогою вище згаданої бібліотеки:

Нова змінна для контролю шарами:

```
var ctrl = new ol.control.LayerSwitcher({ });
map.addControl(ctrl);
ctrl.on('toggle', function(e) {
  console.log('Collapse layerswitcher', e.collapsed);
});
var switcher = new ol.control.LayerSwitcher({
  target:$(".layerSwitcher").get(0),
  // displayInLayerSwitcher: function (l) { return false; },
  show_progress:true,
  extent: true,
  trash: true,
  oninfo: function (l) { alert(l.get("title")); }
});
```

Додати нову кнопку до списку:

```
switcher.on('drawlist', function(e) {
  var layer = e.layer;
  $('<div>').text('?')// addClass('layerInfo')
  .click(function(){
    alert(layer.get('title'));
  })
  .appendTo($('> .ol-layerswitcher-buttons', e.li));
});
```

Додайте кнопку, щоб показати/приховати шари:

```
var button = $('<div class="toggleVisibility" title="show/hide">')
```



```

.text("Show/hide all")
.click(function() {
  var a = map.getLayers().getArray();
  var b = !a[0].getVisible();
  if (b) button.removeClass("show");
  else button.addClass("show");
  for (var i=0; i<a.length; i++) {
    a[i].setVisible(b);
  });
  switcher.setHeader($('<div>').append(button).get(0))

```

Функція «спливаючого вікна/інформація про об’єкт» виглядає так:

```

var popup = new ol.Overlay.PopupFeature({
  popupClass: 'default',
  select: select,
  template: {
    'Територіальна громада': { title: 'Територіальна громада' },
    'ADMIN_2': { title: 'Район' },
    'lithology_info': { title: 'Літологічний склад' },
    'soil_type_info': { title: 'Тип ґрунту' },
    'Область': { title: 'Область' },
    'Фізико-географічні країни': { title: 'Фізико-географічна країна' },
    map.addOverlay (popup);

```

Функція ‘template’ передбачає собою зв’язок між атрибутивною колонкою просторового об’єкту та її відображення на інтерфейсі спливаючого вікна ‘назва колонки, наприклад: ID’: { title: ‘Назва колонки у інтерфейсі застосунку, наприклад: “Область” ’} (приклад, рис. 22).

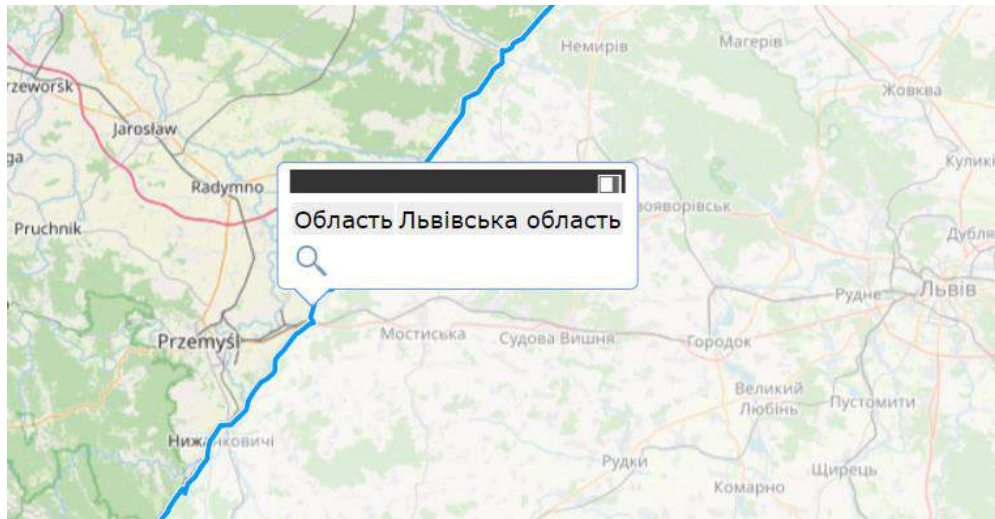


Рисунок 22. Спливаюче інформаційне вікно

3. Завершальний етап

Етап полягає в перевірці працездатності застосунку, оптимізації його коду та структури. Готові файли інтегрують на серверну платформу, яка надаватиме доступ до додатку користувачу [2].

РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ПРИРОДНИЧОГО ГЕОПОРТАЛУ

Результатом дослідження є розроблений веб-ГІС застосунок, який характеризується певним набором інструментів з точки зору функціональності та візуалізацією природничих даних. На основі власних практичних розробок та аналізу сучасної ситуації у сфері розробок геопорталів були обрані ряд бібліотек для практичної реалізації прототипу.

Ідея геопорталу пов'язана з консолідацією геопросторових даних існуючих наукових досліджень природних компонентів довкілля Львівської області з можливістю їх оновлення або удосконалення для забезпечення її аналізу та вільного поширення зі збереженням авторських прав дослідників. Для цього запропоновано два основних рівня управління геопросторовими базами геоданих – адміністратор (дослідники, працівники, які мають право оновлювати дані чи створювати нові) та користувачі (ті споживачі, які мають право лише перегляду, або оновлення вибраних даних).

Повний доступ до інформаційних ресурсів геопорталу реалізовано на рівні адміністратора бази даних. Для цього може використовуватися ряд геоінформаційних програмних продуктів, що забезпечить принцип кроссплатформенності розробки. Це дозволить створювати, редагувати, структурувати, візуалізувати та керувати геопросторовими даними. У нашому випадку для керування базою даних PostGIS використовувався QGIS. Щоб розпочати редагування або оновлення даних передусім необхідно підключитися до обраної бази даних. Клацнувши правою кнопкою миші на панелі браузера PostGIS необхідно обрати команду «Нове підключення». Альтернативним способом є використання вкладки PostgreSQL в Data Source Administrator. Після цього з'явиться діалогове вікно підключення до бази даних (рис. 23). Хост можна знайти в pgAdmin у властивостях бази даних або в консолі AWS у розділі з'єднання RDS і деталях безпеки під «кінцевою точкою» [52].

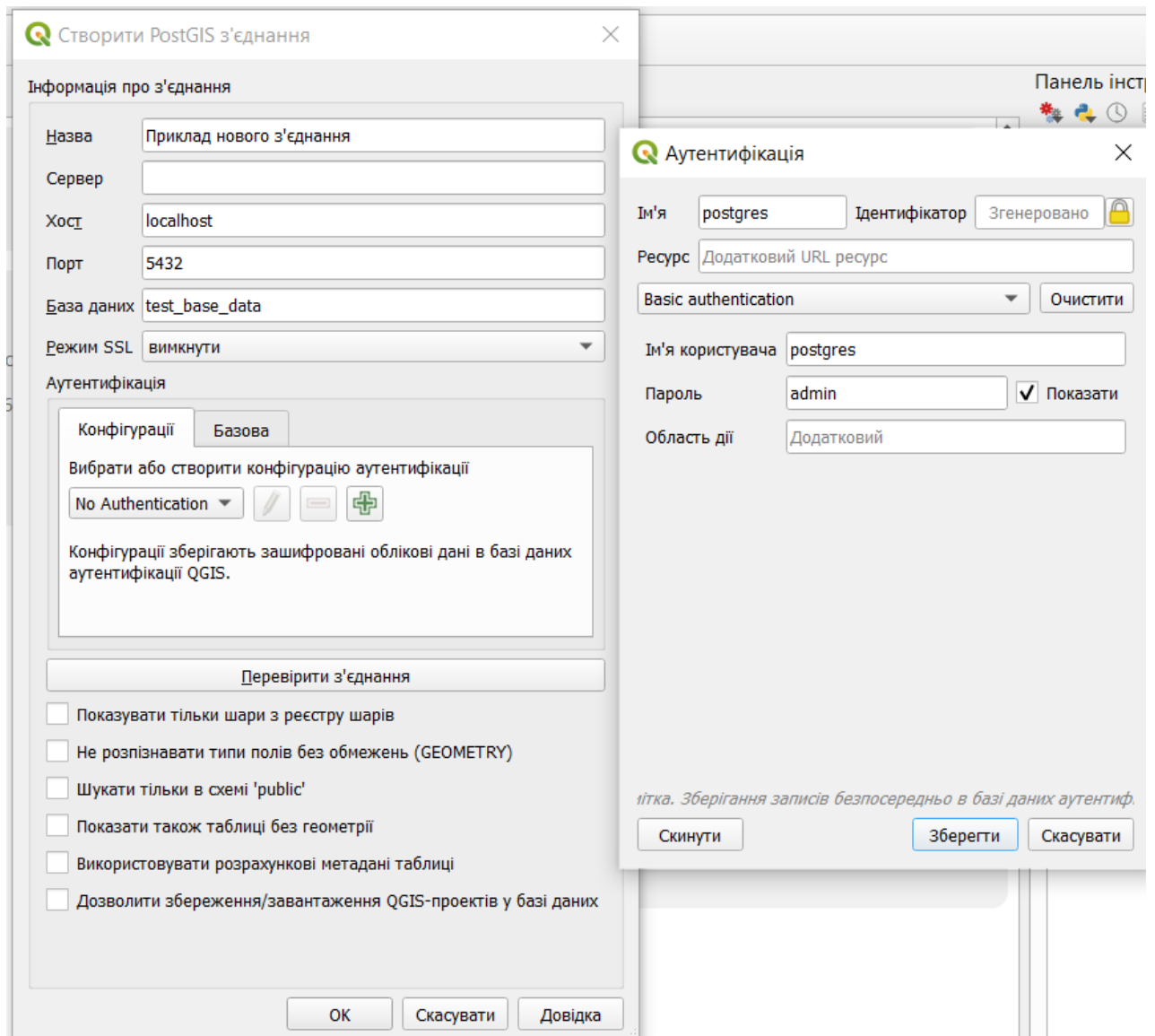


Рисунок 23. Підключення до бази даних через QGIS

Після проведених операцій адміністратор має можливість – додавати, оновлювати чи редагувати будь-яку вибрану базу даних (в межах нашого прототипу).

На рівні користувача доступ до даних вже обмежений, він залежить напряду від адміністратора. Проте загальний принцип користувача це вільний та зручний у простоті доступ до даних. Для досвідчених користувачів надається можливість переглядати дані також через стандарти WMS та WFS у будь-якій зручній ГІС програмі. Наприклад за допомогою QGIS: клацнувши правою кнопкою миші на панелі браузера «WMS/WMTS» необхідно обрати команду «Нове підключення», що дасть змогу приєднатись до локальної мережі WMS який сформований за

допомогою сервісу GeoServer: «<http://localhost:8080/geoserver/ows?service=WMS&version=1.3.0&request=GetCapabilities>». Після виконаних дій користувач має можливість маніпулювати вибраними шарами, а саме, комбінувати з різними іншими шарами, експортувати у своє середовища будь який вибраний шар, змінювати стилізацію шару, тощо.

Для користувача, який має низький рівень у навичок ГІС, створено прототип геоportалу у вигляді веб-застосунку для управління геопросторовими даними. Застосунок складається з головної сторінки (рис. 24) з описом геоportалу та головного картографічного інтерфейсу (рис. 25).

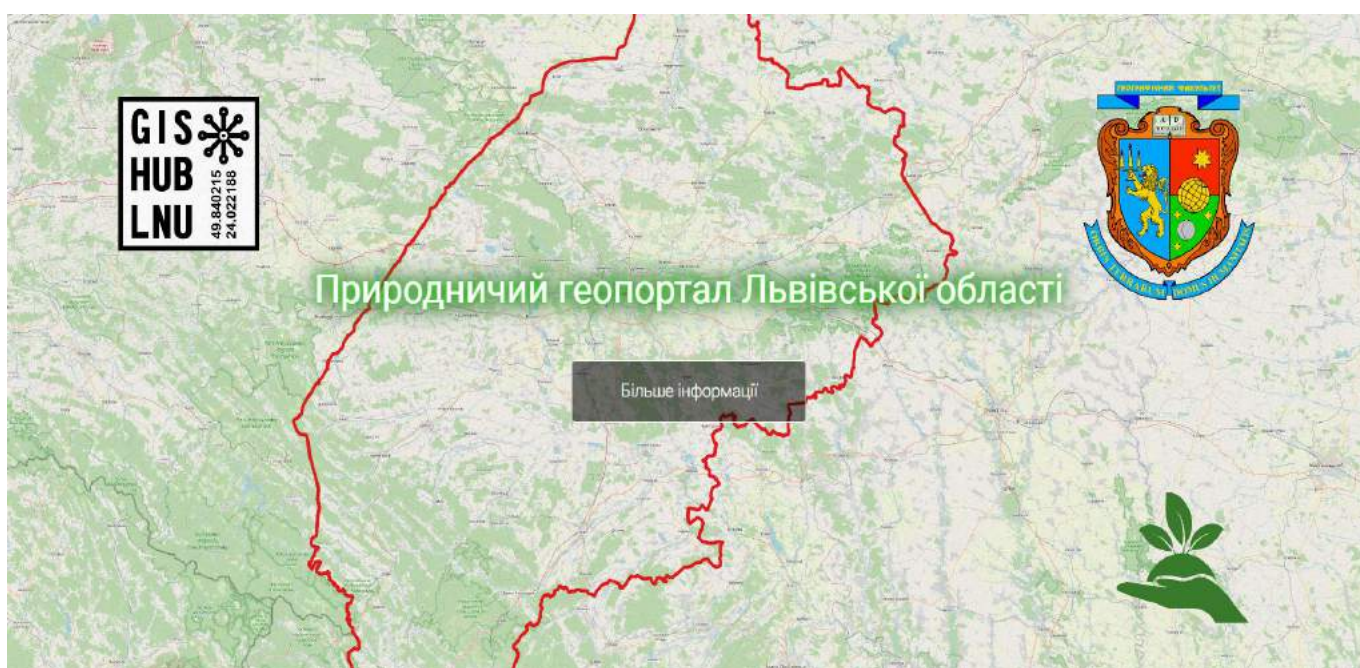


Рисунок 24. Початкова сторінка геоportалу

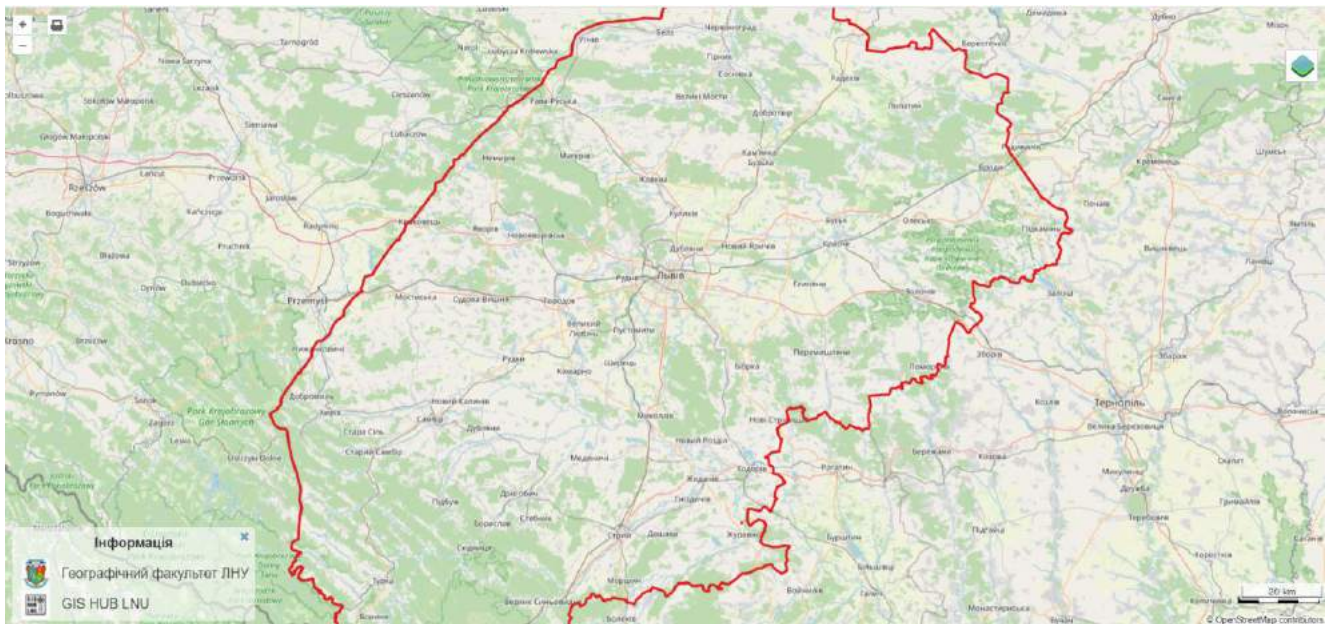


Рисунок 25. Веб картографічний інтерфейс для доступу до даних

Функціонал інтерфейсу складається з елементів, які потрібні користувачу для просторового відображення інформації. Для розробки прототипу природничого геопорталу використовується функціонал який потрібний для управління веб-застосунку користувачем (рис. 26), а саме розробили:

- ✓ Навігацію на карті (дає можливість керувати положенням екрану та масштабом);
- ✓ Спливаюче інформаційне вікно (використовуються, коли потрібно прикріпити певну інформацію до певного об'єкта на карті);
- ✓ Перемикач та контроль шарів (дає можливість також контролювати прозорість будь-якого шару та вибирати пріоритетність для шарів);
- ✓ Масштабна лінійка (простий елемент керування масштабом, показує масштаб поточного центру екрана в метричній (м/км) та британській (мили/фути) системах);
- ✓ Друк/збереження карти (діалогове вікно для форматування карти для друку чи експорту. Він може обробляти елементи керування полотном і налаштування елементів керування (рис. 27)).

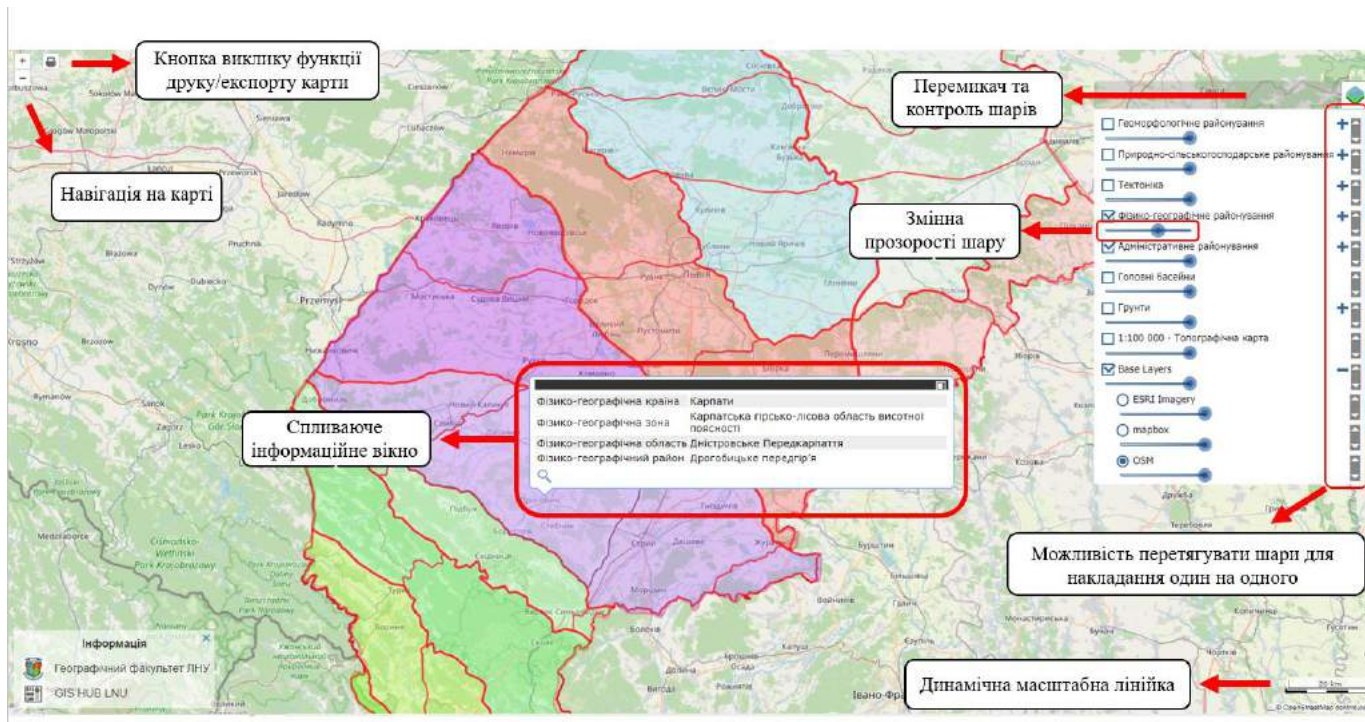


Рисунок 26. Функціонал веб-застосунку

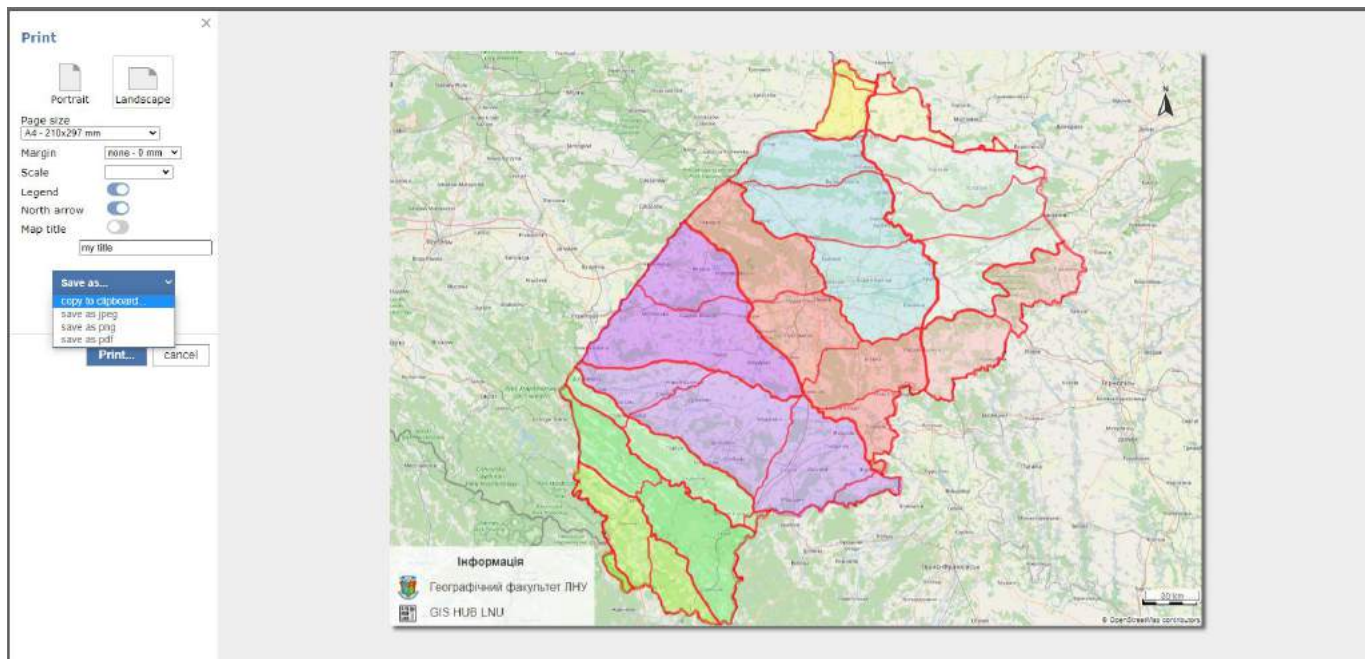


Рисунок 27. Випадаюче меню з функціоналом друку чи експорту карти

Прототип природничого геопорталу розроблений за стандартами OGC використовуючи функціонал, інструменти та нормативно правове забезпечення, яке потрібно використовувати для будь-якого геопросторового порталу. Структура геопорталу розроблена на сервісно-орієнтованій архітектурі (рис. 28), де за

допомогою програм обслуговування системи (база даних, апаратне забезпечення, програмне забезпечення), веб-ГІС осередок працює без жодних помилок.

У прототипі природничого геопорталу функціонують три елементи, а саме:

1. База геоданих, яка реалізована за допомогою структури система управління базами даних PostgreSQL та додаткової програми, яка інтегрує геопросторові дані PostGIS. Доступ до інформації базується на особливому типі запитів до бази даних, які відрізняються від стандартних запитів SQL кількома важливими ознаками – використанням типів геометричних даних (точки, лінії та багатокутники) та врахуванням просторових відношень між ними. Індеси типових систем баз даних, що підтримують SQL, підтримують швидкий пошук даних, але цей підхід не є оптимальним для просторових запитів. Зокрема вони використовують просторовий індекс для прискорення операцій з базою даних. В структурі використовуються просторові індекси, що робить можливим запит великих наборів даних. Без індексу будь-який пошук функції потребував би «послідовного сканування» кожного запису в базі даних. Індеси прискорюють пошук, організовуючи дані в дерева пошуку, які можна швидко пройти, щоб знайти необхідні записи.

Інтеграція даних у СУБД виглядає наступним чином:

- Підготовка бази даних до інтеграції в СУБД відбувається за допомогою ГІС програмного забезпечення;
 - За допомогою бібліотек GDAL та OGR2OGR ці дані інтегруються в саму базу даних PostgreSQL формуючи просторовий опис для кожної ієрархічно-структурованої інформації.
2. Опрацювання даних за допомогою GeoServer, який є надзвичайно корисним інструментом для перегляду просторових даних через Інтернет. Користуючись цим сервісом було розроблено функціональні можливості, за допомогою яких можна налаштовувати, додавати або стилізувати дані відповідно до всесвітньо прийнятого стандарту OGC.

У прототипі природничого геопорталу було розроблено вісім робочих просторів, які на пряму з'єднуються з СУБД PostGIS. До кожного робочого простору додано середовище даних та опубліковано кожен шар зі структури геоданих та візуалізовано за допомогою SLD стилів, які передавались через стандарт WMS для опису служби за підтримки XML-файлу, що містить опубліковані дані, підтримувані операції та інші відомості. За допомогою WFS прототип природничого геопорталу отримує необроблені векторні дані з шарів GeoServer. Це дозволяє ділитися геопросторовими даними в широкодоступних форматах. Вихідним форматом у цьому випадку є geoJSON. Таким чином, в прототипі природничого геопорталу реалізовано дві системи передачі інформації а саме WMS (стилізовані шари) та WFS (векторні дані).

3. Веб-застосунок у цьому випадку виступає як шлюз комп'ютерної мережі клієнт-сервер. Наприклад запуск комп'ютерної програми на серверній платформі та комп'ютері клієнта. У веб-застосунок входить:
 - каскадні таблиці стилів (CSS): документ із розширенням .css, який містить мову розмітки для додавання кольорів, інтервалів, шрифтів тощо (стиль) до веб-документів, таких як веб-сторінки HTML5;
 - інтерфейс користувача, з яким безпосередньо взаємодіє користувач веб-програми, наприклад веб-сторінка або графічний інтерфейс користувача, який також може називатися клієнтською стороною програми;
 - кодова база: вихідний код, включаючи мову розмітки, мову сценаріїв та логічні коди програмування, який використовується для побудови певного програмного компонента.
 - бібліотека OpenLayers: колекція спільного програмного коду, наприклад файлів, програм, сценаріїв процедур або функцій, які можна використовувати для полегшення розробки веб-застунків у сфері веб-картографування.

- програмний фреймворк, такий як FontAwesome або jQuery, використовуються, щоб підтримувати логічну структуру веб-ГІС додатку, такі як веб-інтерфейси API та веб-сервіси, і часто надає бібліотеки для спрощення завдань програмування, таких як доступ до даних і налаштування.

У межах прототипу природничого геопорталу розроблено функціонал для оверлейного аналізу даних, як ключовий елемент ГІС.

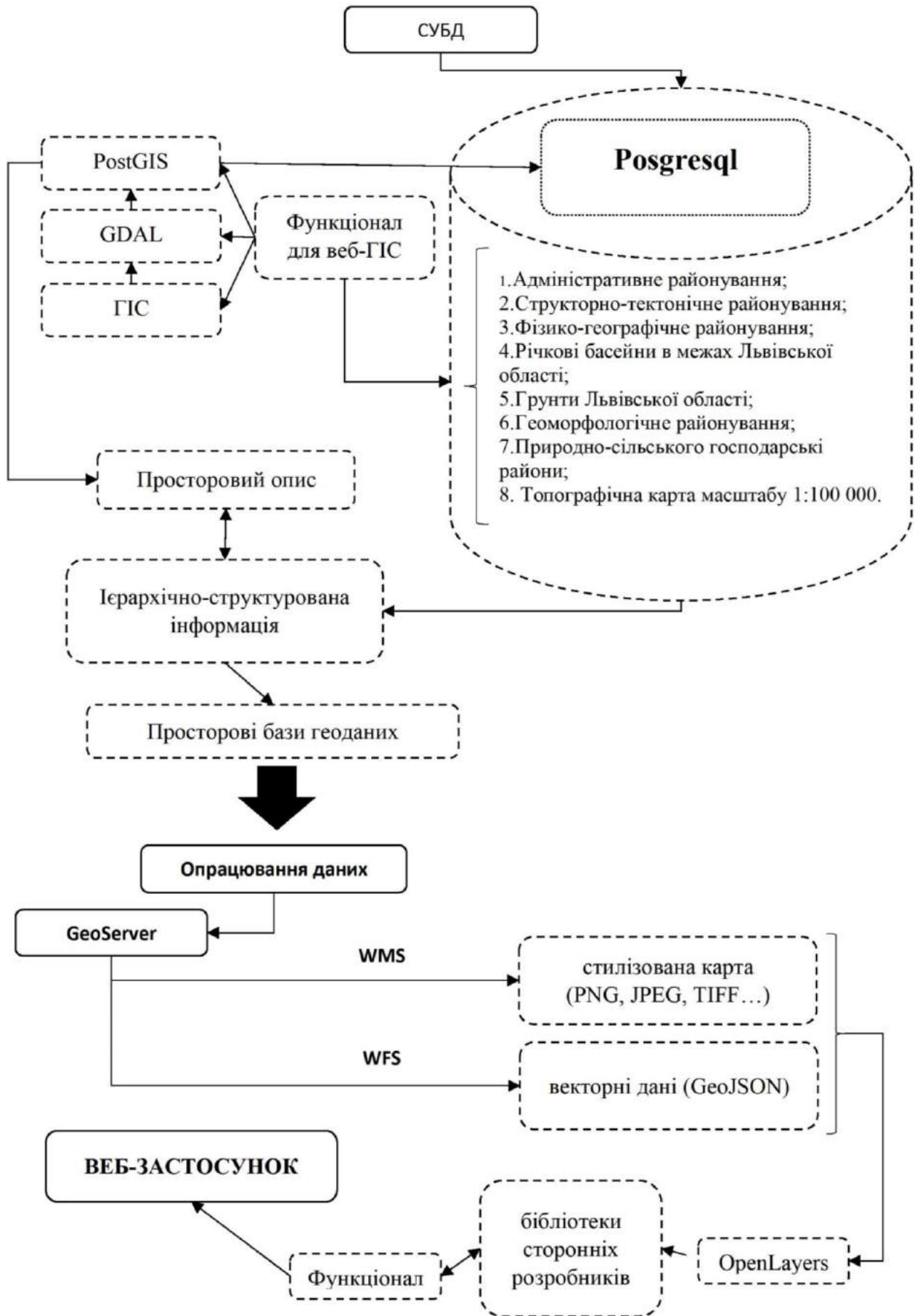


Рисунок 28. Структура розробленого прототипу природничого геопорталу

РОЗДІЛ 4. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОДАЛЬШОЇ РОБОТИ ГЕОПОРТАЛУ

Розробка та впровадження ГІС на основі Інтернету є складним процесом, який включає багато проблем, складність яких різниться залежно від масштабу запропонованої системи. Створення геопорталу передбачає класифікацію вмісту, підготовку даних, розробку навігаційної структури веб-сайту, розробку інтерфейсу, встановлення програмного забезпечення, налаштування сервера(ів) і тестування за допомогою потенційних користувачів. Найголовніше у розробці це періодичне вдосконалення послуги у відповідь на відгуки користувачів, що є також важливо для підтримки успішної онлайн-ової ГІС. Існує велике розмаїття програмних технологій, доступних для реалізації веб-орієнтованої ГІС. Вибір реалізованої технології залежить від багатьох відмінних факторів, включаючи природу самого проєкту, будь-яке існуюче програмне забезпечення, з яким його необхідно інтегрувати, і середовище, у якому воно має працювати.

Щоб зв'язати клієнт і сервер разом, необхідний рівень проміжного програмного забезпечення. Проміжне програмне забезпечення обробляє та передає клієнтські запити та спілкується з серверами. Існує кілька різних технологій проміжного ПЗ, які коротко описані нижче.

Виклик віддаленої процедури (Remote Procedure Call, RPC) полягає в тому, що клієнтська машина викликає функцію безпосередньо на сервері та чекає відповіді, яка буде надіслана назад. Потім сервер викликає запитану функцію і надсилає результат клієнту.

Проміжне програмне забезпечення, орієнтоване на повідомлення (Message-Oriented Middleware, MOM) – дозволяє ставити запити до сервера в чергу, що означає, що клієнт і сервер не повинні бути активними одночасно.

Метод Publish and Subscribe (PUSH) передбачає підписку клієнта на сервер. Коли сервер створює подію, клієнт інформується про це. Це важливо в ГІС, коли карту було оновлено, і клієнту потрібно оновити карту, щоб відобразити ці зміни [14].

Для управління хост серверами потрібно мати відповідні знання у сфері інформаційних технологій та їх адміністрування та кібербезпеки. Цим займаються

адміністратори серверів, технічні спеціалісти, які щодня наглядають за комп'ютерними серверами. Вони оновлюють програмне та апаратне забезпечення, щоб допомогти розробити комп'ютерні системи та захистити будь-яке системне середовище. Адміністратори серверів допомагають у вирішенні технічних проблем, відстежують будь-яку активність і переглядають політику системи та безпеки. Системні адміністратори підтримують, усувають неполадки та обслуговують комп'ютерні сервери та мережі. Системний адміністратор, також відомий як системний адміністратор, — це спеціаліст із інформаційних технологій (ІТ), який перевіряє, чи комп'ютерні системи організації функціонують належним чином і відповідають потребам організації. Навички, які потрібні для цієї сфери:

- Навички, знання та завдання системного адміністратора;
- Знання TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol і являє собою набір протоколів зв'язку, які використовуються для з'єднання мережевих пристроїв в Інтернеті);
- Вміння працювати з веб-серверами (Apache, Nginx, IIS);
- Розуміння моделі OSI (мережева модель);
- Знання операційних систем Unix/Linux, Windows;
- Навичка та досвід роботи управління, адміністрування баз даних та знання їх синтаксису.

Щодо пропозицій подальшої роботи прототипу геопорталу – це:

1. Реалізувати вихід прототипу в мережу Інтернет;

Оскільки прототип природничого геопортал – це прикладна сервіс-орієнтована технологія, яка забезпечує доступу до інформаційних ресурсів. Його хостинг може бути заснований на комерційній організації (закупівля послуги хостинг сервера) або розгорнутий на власному сервері, де буде функціонувати СУБД PostGIS і веб-сервер Apache TomCat 9 (куди буде інтегрований сервіс обробки просторових даних GeoServer і сам веб-додаток). Під поняттям власного сервера розуміють комп'ютер у локальній чи глобальній мережі, який надає користувачам свої обчислювальні і дискові ресурси, а також доступ до

встановлених сервісів. Вимоги до апаратного забезпечення сервера залежать від додатків, які плануються ставитись на сервер. Сама швидкість процесора не так важлива для серверів як його багатоядерність. Обов'язок сервера надавати послуги багатьом користувачам через мережу призводить до різноманітних вимог, таких як швидке мережеве підключення та висока пропускна здатність. Наприклад для потреб, які реалізовані в прототипі потрібно такий мінімальний набір характеристик сервера: процесор – Intel® Xeon® E5-2650 (або альтернатива); оперативна пам'ять – від 16 гігабайтів; дисковий контролер; мережева карта з високою пропускнуою здатністю; корпус для сервера та периферія; тверdotілий накопичувач від 1 терабайту. Також важливо для власного сервера отримати статичне IP (ідентифікатор мережевого рівня, який використовується для адресації комп'ютерів) для можливості передавання інформації в Інтернет.

2. Вдосконалити базу даних та її структуру;

Формальні методи розробки СУБД спираються на конкретні структури, моделі та процедури. Проте потрібно вдосконалювати базу даних відштовхуючись від новітніх методів заснованих на об'єктно-орієнтованій парадигмі, які є найпотужнішими. Як і інші методи, вони підтримуються інструментами реєстру для полегшення моделювання, документації та обслуговування. Для проектування просторових баз даних доступні сучасні методи та засоби. Отже подальша розробка СУБД додатково сприятиме розробці надійних і гнучких просторових баз даних, які швидше створювати, простіше підтримувати та ближче до взаємодії [16].

Питання вдосконалення структури бази даних стосовно ґрунтового покриття представлено у працях Ямелинця Т. С. [12, 13, 10], де запропоновано визначення інформаційного ґрунтознавства як нового напрямку в ґрунтознавстві, що включає системи організації, збору, зберігання та аналізу ґрунтових даних на різних рівнях, отримання безперервної інформації. Автором розроблено ґрунтово-інформаційну систему, яка методологічно поєднує характеристики ґрунту з показниками складу ґрунтового покриття та його геопросторовими властивостями, представлено багаторівневе уявлення бази даних. Отже, для розробки СУБД природничого геопорталу потрібно використовувати семантична модель опису геопросторових

об'єктів, яка представлена масивом індексованих показників властивостей, які отримують з глобальної вибірки сховища даних. Ієрархічність запропонованої картографічної моделі об'єктів бази даних забезпечує гнучкість її структури, можливість її доповнення та вдосконалення шляхом введення нових картографічних шарів, встановлення відповідних зв'язків між об'єктами в атрибутивних таблицях [13].

Слід виділити, що вищезазначене застосування ГІС-технології може бути використане у сфері грошової оцінки земель, що забезпечить можливості автоматичного збору, обробки та систематизації картографічних і семантичних вихідних даних [10].

3. Розширити тематичну структуру даних;

Також важливо крім природничої інформації розширити її до загально географічної інформації. Тому пошук нових даних, інтеграція бази даних, оптимізація тощо, потрібна для покращення інформаційної наповненості геопорталу. Проте, пріоритет слід віддавати тематичним картам, актуальним на сьогодні, а також картам, що відображають стан території на різних етапах освоєння людиною природи. Для цього необхідно підготувати основу, яка відображатиме сучасний природно-господарську ситуацію конкретної території. Структура природничого геопорталу повинна відображати найосновніші характеристики, атрибути, умови та фактори, які впливають на геоекологічний стан досліджуваної території [8]. Зважаючи за і проти, а також на основі емпіричного аналізу дослідників у цій галузі, можна навести структуру геоекологічного атласу наведену у працях Ковальчука А.І. та Ковальчука І.П. [8]:

- фізико-географічне та адміністративно-територіальне положення;
- природні умови та господарська діяльність;
- біотичні умови і чинники довкілля;
- господарські чинники впливу для довкілля;
- кліматичні умови довкілля;
- геоекологічний стан довкілля;

- прогностні оцінки змін довкілля;
- управління станом та оптимізаційні заходи для довкілля [8].
 4. Розширити структуру та масштаби даних;
 5. Надати можливість інтеграції даних з іншими геопорталами такими як ЄС – INSPIRE Geportal, що притаманна для розробленого прототипу природничого геопорталу, тому розробка можливостей інтеграції даних з інших сервісів чи геопорталів.
 6. Розробити інтерфейс збору даних у веб-застосунку шляхом інтеграції інструменту «редагування» у веб-застосунок з можливістю оновлювання та створювання нових шарів у базі даних сервера. Сама реалізація цієї ідеї є складна, оскільки потрібно розробити систему входу до геопорталу, щоб мати можливість редагування. Для цього розробляється спеціальна динамічна база даних.

ВИСНОВКИ

Дослідження питання розробки прототипу геопорталу природничого спрямування дали змоги зробити висновки у теоретичному, методологічному та практичному плані.

Аналізуючи теоретичні засади створення геопорталів природничого спрямування звертає на себе увагу те, що більшість подібних розробок надають комплексну інфраструктуру для представлення географічних даних у стабільний і послідовний спосіб. Відповідно до динаміки змін у технологіях збору, аналізу та представлення геопросторової інформації, користувачам потрібні нові концептуальні рішення, що будуть відповідати вимогам конкретного користувача. Тому геопортали та структури геоданих у них потрібно модифікувати для широкого кола споживачів. У цьому контексті метою магістерської роботи є висвітлення з академічної точки зору комплексного характеру географічного порталу. Щоб підкреслити цю мету, у теоретико-методичних частинах роботи розкрито питання концепцій, принципів і методів розробки геопорталів, аналіз та огляд розробок світових лідерів у цій сфері. До прикладу наведемо національний геопортал США - «Geo Platform», який демонструє найкращу функціональність з точки зору доступу до геопросторових даних. Поряд з вище наведеною розробкою INSPIRE Geoportal та GEOSS Portal також демонструють структурно ієрархічну насиченість просторової інформації та функціональність.

Після опрацювання теоретичних аспектів розглядаються питання методології реалізації прототипу геопорталу із застосуванням сучасних технологій, які дозволяють працювати з веб-картами. Метою цієї частини роботи було вивчення існуючої методологічної бази та опрацювання власних методичних підходів зі створення платформи, здатної відображати геопростові дані обраної території. В межах дослідження було реалізовано можливість розміщення геоданих в СУБД. Аналізуючи наявні розробки за ступенем доступності та функціональності вибір був здійснений на користь програмних продуктів Postgresql (PostGIS), Apache Tomcat 9, GeoServer та OpenLayers. Серед їх позитивних сторін є доступна бібліотека з логічним кодом для веб-ГІС розробок. З точки зору оптимізації

робочого процесу згадані розробки є легкими в освоєнні та гнучкими для налаштування застосунків у цій сфері.

Розроблений прототип природничого геопорталу відповідає міжнародним стандартам протоколів OGC і включає у себе такі сервіси як Web Feature Service (WFS), Web Map Service (WMS) і Web Coverage Service (WCS). Серед додаткових сервісів та форматів, які реалізовані в розробці є служба веб-обробки (WPS) і служба фрагментів веб-карт (WMTS). Вони є повністю у вільному доступі та відповідають ліцензії BSD. Такі ліцензії є одними з найпопулярніших для вільного програмного забезпечення і використовуються для багатьох програм.

Щодо пропозиції розвитку та подальшої роботи розробленого прототипу природничого геопорталу дійшли висновку про необхідність вдосконалення архітектури зв'язків «клієнт – сервер», зосередженні уваги наборів геоданих, технічних питань пов'язаних із розробкою Інтернет-додатків ГІС. Серед пропозицій модифікації та подальшої роботи прототипу геопорталу передбачено:

- реалізацію виходу прототипу в мережу Інтернет;
- вдосконалення структури та наповнення бази даних геопорталу;
- надання можливості інтеграції даних з іншими геопорталами;
- розроблення інтерфейсу збору даних засобами веб-застосунку та мобільних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрейчук Ю. М., Ямелинець Т. С. // ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі;
2. Ваньо Н., розробка web картографічних застосунків засобами OpenLayers, «XXIII Всеукраїнська студентська наукова конференція «Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії, екології, туризму та сфери послуг в Україні» 2022р;
3. Геоecологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.;
4. Закон України № 554-ІХ «Про Національну інфраструктуру геопросторових даних»;
5. Закон України Про національну інфраструктуру геопросторових даних;
6. Кабінет міністрів України / Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021-2027 роки;
7. Кабінет міністрів України / Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації;
8. Ковальчук А., Ковальчук І., Гeоecологічний атлас річково-басейнової системи Бистриці: кроки зі створення, отримані результати, «Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій». - 2016. - Вип. 1. - С. 86-103;
9. Міністерство розвитку громад та територій України [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/>;
10. Паньків З. Нормативна грошова оцінка земель в Україні : навчальний посібник / Паньків Зіновій, Ямелинець Тарас. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – С. 250-260;
11. Полурельська Т., // Львівська область. Географічний атлас 2010р.;
12. Ямелинець Т. С. Теоретичні основи і практика інформаційного ґрунтознавства : дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.05. Львів, 2020. 401 с.;
13. Ямелинець Т. С. Інформаційне ґрунтознавство : монографія / Тарас

Ямелинець. — Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. — С. 151-160;

14. Adam Forbes // Issues Involved in the Development of Internet-Based GIS Applications;
15. Bartha, G., Kocsis, S., 2011. Standardization of Geographic Data: The European INSPIRE Directive, *European Journal of Geography*;
16. BÉDARD Y// Principles of spatial database analysis and design;
17. Bernard, Lars, // “The European Geoportal—one Step Towards the Establishment of a European Spatial Data Infrastructure.” *Computers, Environment and Urban Systems* 2005;
18. Bourova, Ekaterina, Eric Maldonado, 2016. “A New Web-Based System to Improve the Monitoring of Snow Avalanche Hazard in France.” *Natural Hazards And Earth System Sciences* 16: 1205–1216;
19. Centre, European Commission-Joint Research. "[INSPIRE Geoportal](#)";
20. Federal Geographic Data Committee //2005Annual Report;
21. FGDC Technical Guidance: Data.gov and The GeoPlatform Metadata Recommendations Including Guidelines for National Geospatial Data Assets (NGDA);
22. GDAL [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://gdal.org/>;
23. GeoServer [Електронний ресурс] Режим доступу:<https://geoserver.org/>;
24. Geospatial Portal Reference Architecture, A Community Guide to Implementing Standards-Based Geospatial OGC, Portals, Version: 0.2, OGC 04-039, OGC Discussion Paper 2005. ;
25. Global Spatial Data Infrastructure Association, <http://www.gsdi.org/>, last accessed on July 2014;
26. Goodchild, M.F., P. Fu, and P.M. Rich. 2007. Geographic information sharing: the case of the Geospatial One-Stop portal. *Annals of the Association of American Geographers*;
27. Group on Earth Observations, [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.earthobservations.org/about_geo.shtml , last accessed on July 2014.;
28. Group on earth observations [Електронний ресурс] Режим доступу:<https://www.earthobservations.org/index.php>;

29. Halil AKINCI, Çetin CÖMERT // Geoportals and their role in spatial data infrastructures;
30. Hao Jiang, John Lodewijk van Genderen, Paolo Mazzetti Current status and future directions of geoportals // April 2019 // International Journal of Digital Earth 13;
31. Hoffman Andrew. Web Application Security / O'Reilly Media, Inc. (USA), 2020. – 217 с;
32. Initial Operating Capability Task Force 2012, Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services;
33. ISO 19100 series of standards from ISO 19100 SERIES OF GEOGRAPHIC INFORMATION STANDARDS;
34. ISO/TC 211 Advisory Group on Outreach, 2009. Standards Guide ISO/TC 211. http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide.pdf;
35. JQuery [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://jquery.com/>;
36. JUMP Unified Mapping Platform - VividSolutions, In. Archived from the original on 2013;
37. Ko Ko Lwin //Data Collection, Processing, and Applications for Geospatial Analysis;
38. Maguire, D.J., and P.A. Longley. 2005. The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures. *Computers, Environment and Urban Systems*;
39. MapServer [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://mapserver.org/>;
40. Masser, I. All shapes and sizes: the first generation of national spatial data infrastructures. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 1999;
41. Mazzetti, Paolo, and Stefano Nativi. 2012. “Multidisciplinary Interoperability for Earth Observations: Some Architectural Issues.” *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 5 (3): 1054–1059. doi:10.1109/jstars.2012.2190721;
42. Nativi. 2017. “The MED-SUV Virtual Research Environment for Enabling the GEO Geohazard Supersites in Italy.” *Earth Science Informatics* 10: 443–455;
43. OGC Requests Web Map Tile Service (WMTS) Reference Implementations [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.ogc.org/node/1395>;

44. OGC Web Map Service [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.ogc.org/standards/wms>;
45. OGC Web Coverage Service [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.ogc.org/standards/wcs#overview>;
46. Open Geospatial Consortium (OGC) and International Standard Organisation (ISO) Meckson Lorden Nzogela;
47. OpenLayers [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://openlayers.org>;
48. Paul A. Longley, David J. Maguire // Geographic information portals - A UK perspective;
49. Postgresql [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/current/external-extensions.html>;
50. QGIS [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://qgis.org/>;
51. Richard Fry., // Building a geo-portal for enhancing collaborative socio-economic research in Wales using open-source technology 2010;
52. Ryan Hanson // Managing a PostgreSQL Database with QGIS/ URL: <https://www.hansongis.com/blog/managing-a-postgresql-database-with-qgis>;
53. Schweers, Stefan, Katharina Kinder-kurlanda, Stefan Müller, and Pascal Siegers. 2016. "Conceptualizing a Spatial Data Infrastructure for the Social Sciences: An Example from Germany." Journal of Map & Geography Libraries;
54. Szukalski Bernie, Derek Law Web Mapping Applications with ArcGIS, 2011;
55. ESRI [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.esri.com/>
56. Taylor, G., 2008. The European Interoperability Framework V2 & Open Standards – A European Perspective, Open Forum Briefing, Brussels;
57. The GEOSS Platform Manual n. 1 All you need to know to become a GEO Data Provider;
58. The Global Spatial Data Infrastructure Association - Advancing a Location Enabled World [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://gsdiassociation.org/>;
59. Visual Studio Code [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://code.visualstudio.com/>;

60. Web Services Architecture [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/ws-arch/#id2260892>;
61. WGS 84 and the Web Mercator Projection NGA Office of Geomatics. National Geospatial Intelligence Agency. 2014-05-16. Archived from the original (PDF) on 2014-08-09. Retrieved 2014;
62. Wisam Mohammed // Free and Open Source GIS: An Overview on the Recent Evolution of Projects, Standards and Communities;
63. Yao, Xiaochuan, and Li Guoqing. 2018. "Big Spatial Vector Data Management: a Review." Big Earth Data 2 (1): 108–129.