

DOI:10.26565/2075-1893-2025-41-04
УДК 528.9:004.77]:719(477)

Степан Репехович

аспірант кафедри картографії та геопросторового моделювання;

e-mail: stepandid2@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6006-2428>

Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, м. Львів, 79013, Україна

Вебкартографія як засіб збереження та популяризації історико-культурної спадщини

Мета статті. Обґрунтувати необхідність створення вебсервісу інтерактивних карт постмілітарних об'єктів, визначити концептуальні й технологічні засади його реалізації та продемонструвати потенціал вебкартографії для збереження, популяризації й інтеграції історико-культурної спадщини у цифровий простір.

Основний матеріал. У сучасних умовах цифровізації створення інтерактивного вебсервісу для відображення постмілітарних об'єктів Львівської області є важливим засабом збереження, популяризації та забезпечення доступу до історико-культурної спадщини. Постмілітарні об'єкти є цінним джерелом історичної інформації, однак дані про них часто залишаються несистематизованими та складними для доступу. Вебкартографія дозволяє інтегрувати просторові й тематичні дані на платформі, яка поєднує візуалізацію, інформативність та інтерактивність.

Технічна реалізація вебсервісу базується на сучасному стеку технологій: Angular 18 для клієнтської частини, ASP.NET 8 для серверної частини та MSSQL для управління даними.

База даних вебсервісу організована за реляційним принципом, включаючи таблиці для зберігання географічних координат, текстової інформації, мультимедійних матеріалів і типології об'єктів. Зв'язок «один до багатьох» між таблицями забезпечує інтеграцію маркерів із фотографіями, що сприяє збагаченню візуального представлення даних.

Інтерактивний інтерфейс сервісу дозволяє користувачам взаємодіяти з картою, відображати об'єкти за вибраними критеріями, переглядати пов'язаний контент і прокладати маршрути. Інтеграція NetTopologySuite забезпечує ефективне опрацювання просторових даних, таких як координати об'єктів і маршрути.

Запропонований вебсервіс вирішує проблему систематизації даних, об'єднуючи їх у єдиній платформі, зручній для дослідників, освітян, туристів і широкого загалу.

Висновки. Розробка вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області спрямована на збереження, популяризацію та інтеграцію історико-культурної спадщини у цифровий простір. Завдяки використанню сучасного стеку технологій (Angular 18, ASP.NET 8, MSSQL) сервіс забезпечує інтерактивність, продуктивність та зручний доступ до систематизованої інформації, включаючи фільтрацію, 3D-моделі та просторовий аналіз. Вебсервіс вирішує проблему несистематизованості даних, забезпечуючи нові можливості для дослідження, збереження та популяризації постмілітарних об'єктів.

Ключові слова: постмілітарні об'єкти, вебсервіс, вебкартографія, інтерактивність, історико-культурна спадщина, цифровізація, база даних, реляційна модель, просторові дані, інтеграція, візуалізація.

Як цитувати: Репехович С. Вебкартографія як засіб збереження та популяризації історико-культурної спадщини. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2025. Вип. 41. С. 35–46. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-04>

In cites: Repekhovich, S. (2025). Web mapping as a tool for preservation and promotion of historical and cultural heritage. *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 35–46. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-04> (in Ukrainian)

Вступ. У сучасних умовах зростаючого інтересу до історико-культурної спадщини, зокрема до постмілітарних об'єктів, виникає потреба у створенні платформ, які б інтегрували інформацію про такі об'єкти, сприяли їх збереженню та популяризації. Постмілітарні об'єкти – військові об'єкти різного призначення (лінії оборони, фортифікаційні споруди, об'єкти протиповітряної оборони тощо), які з часом втратили стратегічне значення і були ліквідовані або закинуті [2]. Постмілітарні об'єкти, як частина історико-культурної спадщини, є не лише важливим джерелом історичних знань, але й значущим ресурсом для розвитку туризму, освітніх та наукових ініціатив, а також для формування глибшого розуміння історії та ідентичності регіону.

Створення вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області ґрунтується на досягненнях вебкартографії та програмування. У сучасних умовах розвитку цифрових технологій інтерактивні карти стали важливим інструментом для представлення, систематизації та аналізу просторових даних. Вебкартографія дозволяє не лише візуалізувати інформацію, але й забезпечити її інтерактивність, що значно покращує користувацький досвід і робить дані доступними для широкого загалу.

Особливої актуальності проєкт набуває у контексті популяризації культурної спадщини за допомогою вебкартографії. Постмілітарні об'єкти, розташовані на території Львівської області, є цінним історико-культурним та туристичним ресурсом. Проте інформація про ці об'єкти часто зберігається у різних джерелах, не є систематизованою, а доступ до неї ускладнений через відсутність інтегрованих платформ, які б об'єднували всі необхідні дані в одному середовищі. Це ускладнює їх використання для наукових, освітніх і туристичних цілей. Розроблення вебсервісу з інтерактивними картами дозволить зібрати цю інформацію в одному місці та забезпечити її інтеграцію з сучасними географічними інформаційними системами (ГІС).

Вихідні передумови. Тенденції розвитку цифрових технологій сприяють широкому застосуванню інтерактивних карт у різних сферах, зокрема у представленні історико-культурної спадщини. Вебкартографія стала ефективним інструментом для систематизації, збереження та популяризації даних про об'єкти, які мають історичне значення, але часто залишаються малодоступними або недостатньо відомими.

Постмілітарні об'єкти, зважаючи на їх історико-культурну та туристичну цінність, потребують сучасних підходів для збереження і презентації. Багато з них перебувають у занедбаному стані, наприклад: Миколаївська фортеця, Брюховецький форт, бункер зв'язку «Лощина», Струмилівський укріплений район та інші, а їхнє значення залишається недостатньо оціненим через відсутність ін-

тегрованих інформаційних платформ. Вебсервіси з інтерактивними картами здатні вирішити цю проблему, забезпечуючи доступ до інформації в зручному та наочному вигляді.

Розвиток таких технологічних інструментів, як 3D-моделювання та інтерактивні інтерфейси, дозволяє не лише документувати поточний стан об'єктів, але й відновлювати їх віртуальні моделі для кращого розуміння їхнього історичного вигляду. Крім того, інтеграція цифрових інструментів у вебплатформи відкриває нові можливості для туризму, освіти і громадських проєктів.

Інтерактивні вебсервіси, які поєднують в собі просторові та тематичні дані, вже успішно реалізуються у різних країнах, демонструючи високий потенціал таких платформ для привернення уваги до спадщини. Прикладом може служити OpenHistoricalMap – інтерактивна карта, яка дозволяє створювати, редагувати та переглядати карти, що відображають історичний стан місцевостей у різні періоди часу [10]. Даний ресурс використовує дані з OpenStreetMap, але зосереджується виключно на історичних даних, включаючи давні карти, межі, шляхи, будівлі, природні об'єкти та інші елементи, які змінювалися з плином часу. Також прикладом є інтерактивний вебсервіс UNESCO World Heritage Interactive Map, створений для візуалізації об'єктів зі списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Інтерактивна карта дозволяє користувачам легко знаходити, переглядати та досліджувати об'єкти культурного, природного або змішаного значення [10]. У цьому контексті розробка вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області стає важливим кроком у збереженні культурної спадщини та інтеграції її в сучасний цифровий простір.

Метою статті є обґрунтування необхідності створення вебсервісу інтерактивних карт постмілітарних об'єктів Львівської області, визначення концептуальних і технологічних основ його реалізації, розкриття потенціалу вебкартографії як засобу збереження, популяризації та інтеграції історико-культурної спадщини у цифровий простір.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій виникає потреба у створенні інтегрованих платформ, здатних забезпечити ефективне збереження, популяризацію та доступ до об'єктів культурної спадщини. Актуальною є розробка інструментів для представлення постмілітарних об'єктів, наприклад інтерактивні вебсервіси, засновані на досягненнях вебкартографії, є перспективним напрямом для вирішення цього завдання, оскільки вони дозволяють не лише систематизувати та візуалізувати дані, але й інтегрувати їх у глобальний цифровий простір [5].

Створення таких платформ вимагає застосування комплексного підходу, що включає концептуальну та технологічну розробку. Інтеграція передових інструментів програмування, вибір оптимального

стеку технологій та забезпечення високої функціональності й безпеки системи є ключовими аспектами у формуванні сучасного вебсервісу.

Для досягнення технічної реалізації вебсервісу інтерактивних карт необхідний комплексний підхід, який включає в себе розробку функціонального опису проєкту, створення архітектури системи, вибір відповідних інструментів та технологій, тестування та вивчення системи.

Концептуальні засади створення вебсервісу:

Цілісність даних: однією з ключових основ є інтеграція розрізнених даних про постмілітарні об'єкти в єдину інформаційну платформу. Постмілітарні об'єкти, які є важливою частиною історико-культурної спадщини часто не мають централізованого обліку. Розроблений вебсервіс покликаний об'єднати географічні, історичні, текстові й мультимедійні дані в одному ресурсі, що дозволяє користувачам легко взаємодіяти з цією інформацією;

Популяризація спадщини: полягає у збереженні та популяризації постмілітарних об'єктів. Вебсервіс спрямований не тільки на наукові й освітні ініціативи, а й на залучення туристів, які зацікавлені у дослідженні постмілітарних пам'яток. Це передбачає акцент на візуалізації, інтерактивності й доступності для широкої аудиторії;

Інтерактивність та адаптивність: Концепція вебсервісу базується на ідеї створення інтерактивного інструменту, який дозволяє користувачам взаємодіяти. Адаптивний дизайн забезпечує зручність використання на різних пристроях;

Науково-освітній потенціал: вебсервіс спрямований на підтримку дослідників, освітніх установ і громадських ініціатив шляхом забезпечення доступу до структурованої та достовірної інформації. Це робить його не лише інформаційним ресурсом, а й платформою для поширення знань про історико-культурну спадщину.

Технологічні засади створення вебсервісу:

Використання сучасного стеку технологій: Реалізація вебсервісу базується на поєднанні клієнтської частини, серверної частини та бази для зберігання даних;

Підхід до моделювання бази даних: використання підходу, що дозволяє автоматично генерувати таблиці, стовпці та зв'язки на основі об'єктно-орієнтованої моделі в коді. Це спрощує підтримку й оновлення структури бази даних, що є критично важливим для динамічних проєктів;

Інтерактивні елементи: функціонал фільтрації за типами та історичними періодами, взаємодія з 3D-моделями, прокладання маршрутів і можливість перегляду просторових даних. Це підвищує користувацький досвід і залученість аудиторії.

Інтеграція мультимедійного контенту: збереження й відображення фотографій, 3D-моделей та інших візуальних матеріалів, які збагачують представлення даних про об'єкти;

Інтеграція просторових даних: дозволяє ефективно зберігати й аналізувати просторову інформацію, забезпечення роботи з географічними даними, такими як точки (маркери), маршрути й інші елементи;

Безпека та продуктивність: необхідно для опрацювання чутливих даних і масштабування системи під зростаючу кількість користувачів;

Інтеграція з геоінформаційними системами: використання геоінформаційних технологій для інтерактивного відображення об'єктів дозволяє інтегрувати платформу з існуючими ГІС-системами, забезпечуючи широкі можливості для подальшого розвитку.

Таким чином, запропоновані концептуальні й технологічні засади забезпечують створення комплексного вебсервісу, який інтегрує інформацію про постмілітарні об'єкти Львівської області у глобальний цифровий простір. Вони поєднують у собі гнучкість, функціональність та ефективність для забезпечення довготривалого збереження та популяризації постмілітарних об'єктів.

Вибір стеку технологій, який відповідає вимогам вебсервісу є важливим кроком у розробці (рис. 1). Це не лише вибір відповідних програмних інструментів та бібліотек, а й вибір баз даних, серверного програмного забезпечення, мережевого обладнання та інших елементів інфраструктури. Крім того, під час вибору технології потрібно враховувати факто-

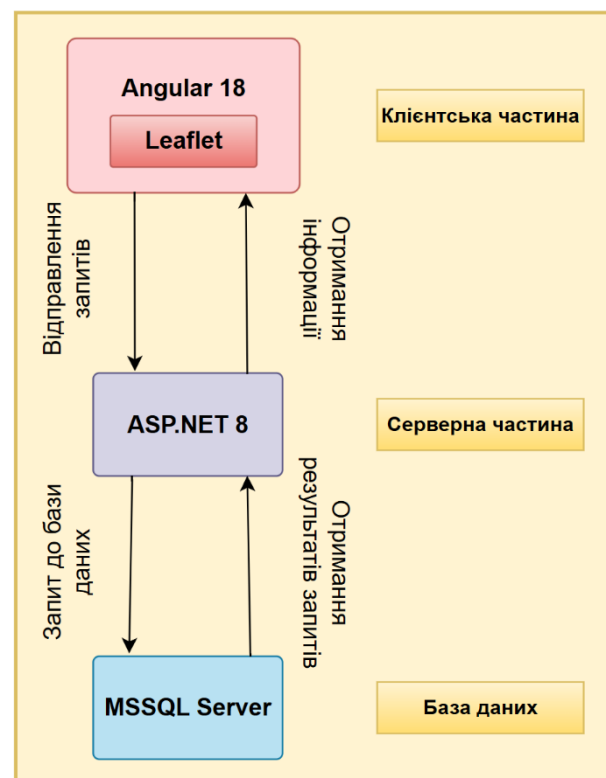


Рис. 1. Стек технологій. Процес взаємодії між клієнтською частиною, серверною частиною та базою даних /
Fig. 1. Technology Stack. The process of interaction between the client side, server side, and database

ри безпеки, комбінаторність, масштабованість та інтеграцію з іншими системами.

Клієнтська частина (frontend) вебсервісу реалізована на основі Angular 18, що забезпечує розробку динамічних, інтерактивних та адаптивних інтерфейсів користувача. Використання цієї технології дозволяє інтегрувати функціональні елементи, зокрема маркери та спливаючі вікна, що сприяє зручній взаємодії з інтерактивною картою. Завдяки високій продуктивності Angular 18 забезпечується плавна навігація, що оптимізує користувацький досвід незалежно від типу пристрою, на якому здійснюється доступ до вебсервісу.

Інтеграція бібліотеки Leaflet до середовища Angular є поетапним процесом, що забезпечує доступ до широкого спектру картографічних інструментів. На першому етапі здійснюється інсталяція бібліотеки Leaflet через менеджер пакунків та додаткове підключення типів TypeScript.

Після встановлення необхідних залежностей, для роботи з картою у межах Angular-компонента здійснюється імпорт функціоналу бібліотеки за допомогою конструкції:

```
import * as L from 'leaflet';
```

Серверна частина (backend) побудована з використанням платформи ASP.NET 8, яка є високопродуктивною технологією, розробленою компанією Microsoft. ASP.NET 8 виконує ключові функції, зокрема опрацювання запитів від клієнтської частини, виконання бізнес-логіки та управління взаємодією з базою даних. Висока продуктивність і багаторівнева система безпеки цієї платформи дозволяють забезпечити швидкість та надійність роботи сервісу, що є критично важливим для опрацювання великих обсягів даних в інтерактивних картах [4].

Система управління базами даних Microsoft SQL Server (MSSQL) використовується для надійного та ефективного зберігання даних. Інформація про

карти, маркери, користувачів та інше організована з дотриманням принципів, що забезпечує цілісність даних та високу продуктивність опрацювання запитів. MSSQL підтримує складні запити та має вбудовані механізми захисту даних, що дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого доступу.

Обраний стек технологій забезпечує низку переваг для вебсервісу:

- висока інтерактивність і зручність користувацького інтерфейсу;
- продуктивне і надійне серверне опрацювання запитів;
- безпечне та ефективне зберігання даних із можливістю масштабування;
- гармонійна інтеграція між технологіями, що спрощує розширення функціональності в майбутньому.

Завдяки вибраному нами стеку технологій – Angular 18, ASP.NET 8 і MSSQL – наш сервіс здатний обслуговувати значну кількість одночасних користувачів без втрати продуктивності.

Створення бази даних. Ефективне управління даними є однією з ключових задач при створенні вебсервісу інтерактивних карт, що вимагає використання гнучких та надійних підходів до проектування бази даних. У межах цього проєкту було обрано підхід «Code First», який дозволяє проектувати базу даних, орієнтуючись на об'єктно-орієнтовану модель даних.

Даний підхід забезпечує автоматичну генерацію структури бази даних, включаючи таблиці, стовпці, індекси та зв'язки, без необхідності попереднього створення схеми бази даних або написання SQL-запитів. Наприклад, зв'язок між класами Image та Marker визначається через властивість MarkerId, що автоматично формує відповідну реляційну структуру в базі даних. Це дозволяє нам зосередитися на основній логіці вебсервісу, мінімізуючи затрати часу на деталі моделювання бази даних.

«Code First» також сприяє забезпеченню узгодженості між логікою вебсервісу і структурою даних, що особливо актуально для інтерактивних карт, де дані мають складну ієрархічну структуру [3]. Таким чином, використання цього підходу є ефективним рішенням для досягнення гнучкості, надійності та адаптивності в розробленні вебсервісу інтерактивних карт.

Схема бази даних (ER-діаграма) відображає структуру зв'язків між основними таблицями, забезпечуючи чітке уявлення про взаємозв'язок даних (рис. 2).

База даних «MapsDb» побудована за принципом реляційної моделі, що передбачає використання взаємопов'язаних таблиць для представлення різних типів інформації, таких як географічні координати, текстові описи, типологія об'єктів, часові періоди та мультимедійний контент (зображення та 3D-моделі) (рис. 3).

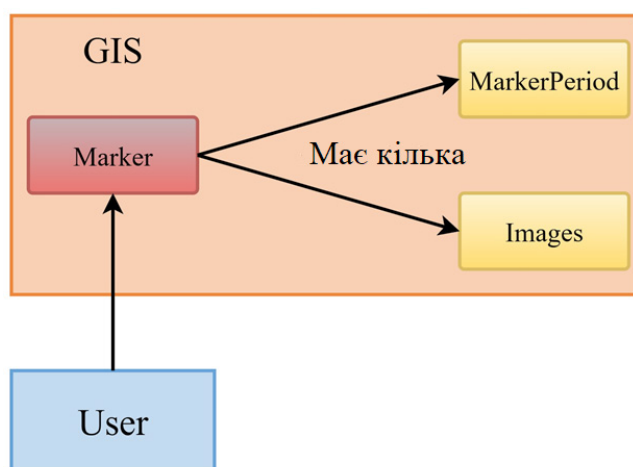


Рис. 2. Схема зв'язків між таблицями у базі даних /
Fig. 2. Schema of relationships between tables in a database

Таблиця Images в базі даних зберігає інформацію про зображення, які використовуються для відображення маркерів на карті (рис. 4).

Таблиця Markers в базі даних зберігає інформацію про назву об'єкта, його опис, тип, період, локацію, джерела інформації, координати, та наявність 3D-моделі (рис. 5).

У структурі бази даних вебсервісу реалізовано зв'язок типу "один до багатьох" між таблицею маркерів (Markers) та таблицею зображень (Images). Даний зв'язок передбачає, що кожен маркер може мати кілька зображень, тоді як кожне зображення може бути прив'язане виключно до одного маркера.

Процес внесення інформації у базу даних через вебсервіс

Для створення маркера об'єкта інформація вноситься у відповідну форму, даний процес включає введення текстових даних, зображень, внесення координат, вибір типу та періоду тощо (рис. 6).

Отримання інформації з бази даних

Процес отримання інформації з бази даних для відображення на інтерактивній карті включає:

- Запит від користувача;
- Опрацювання запиту на сервері;
- Запит до бази даних;

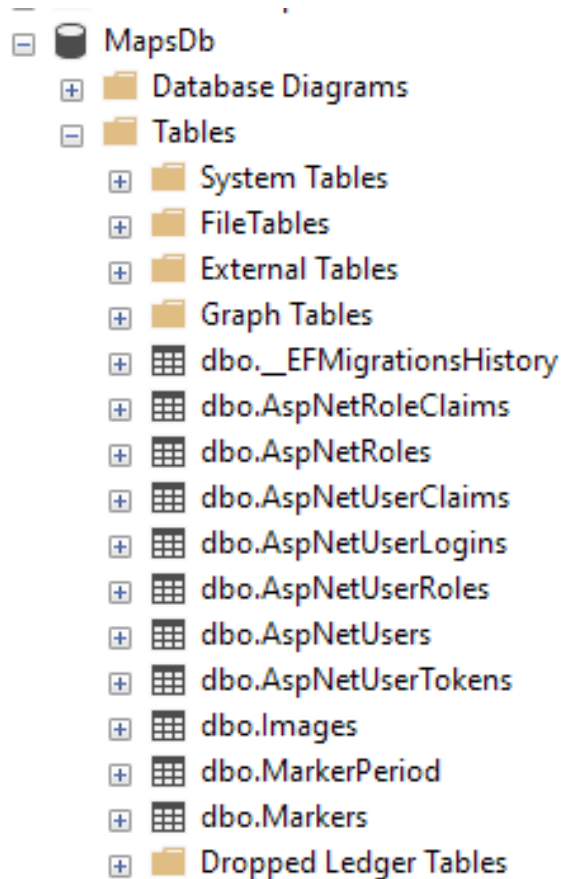


Рис. 3. Структуру бази даних "MapsDb" /
Fig. 3. The structure of the "MapsDb" database

100 %				
Results Messages				
	Id	Url	IsTitle	MarkerId
1	FEDC5D63-FD52-4C32-9110-04B088919119	/uploads/8fc67774-a945-42c3-b7d1f3f117495f68.jpg	0	6A55AD43-D854-447F-9CF4-F6EA6E057A11
2	917C96B1-1299-4C67-B7E7-08A8D1FACBA3	/uploads/577e043a-9c33-4e5b-97ac-19ba18e91354.jpg	0	5B507E79-FD49-48DD-9596-655F09FB6E37
3	D2897AA5-5374-4B82-C122-08DC644DE2DA	/uploads/ed714f1f-0b3b-42ac-b7a9-0bffa605859e.jpg	0	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A
4	1953BD1E-B23C-4EF1-FF15-08DC6503CE10	/uploads/660e5d13-1529-4908-ab66-8c0c4b809a0d.jpg	0	54F1EE17-9242-4A77-B77F-445B42D0AEF6
5	A3BAAD4E-38D2-4E68-B7E1-08DC65586F4F	/uploads/223608e2-8438-4ce3-be31-f426bfb7296.jpg	0	54F1EE17-9242-4A77-B77F-445B42D0AEF6
6	A26CCA0A-BE05-42EB-C8D6-08DC65DF0309	/uploads/694dcc52-e301-4870-92f1-07a9213a2af1.JPG	0	BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3
7	C3DBA2A9-74C5-47FC-8D7-08DC65DF0309	/uploads/59a5fd0f-b7ed-4aeb-bef0-5dfcbbc047c4.JPG	0	BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3
8	A290C47A-9B23-41FC-C8D8-08DC65DF0309	/uploads/18953ae2-5a88-49f8-9972-c475eeb3f4c.JPG	0	BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3
9	8786D0B7-E84D-45F8-555A-08DC69F184DD	/uploads/20df41a8-aedc-4259-bc89-08fd571f4a48.jpg	0	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A
10	88182631-AE1F-411A-555B-08DC69F184DD	/uploads/eb389c0f38c-4a6d-b62b-b1a4890d23f9.jpg	0	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A

Рис. 4. Таблиця Images у базі даних /
Fig. 4. The "Images" table in the database

Results Spatial results Messages					
	Id	Name	Description	Type	BuildingPeriod
1	E2D53E26-038A-472D-B864-0C3179073E28	Військова частина E6398	Військова частина E6398 знаходилась у селищі Липів...	3	4
2	6D6A967C-4A6B-485E-B6B6-0C7F1A7D8000	Форт «Лисічка»	Форт «Лисічка» збудований у 1897-1903 рр. Має непр...	1	0
3	8CD9F56F-BCA3-44F5-BC7F-0CA33E91565D	270 зенітно-ракетний полк	Перший ЗРДН[1] С-75 270-го зенітно-ракетного полку ...	4	4
4	54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A	Форт "Марушка Ліс"	Форт "Марушка Ліс" належить до першої фази будівн...	1	0
5	B39A38D9-FB49-4EB5-B8A3-14EE790D6286	Криївка УПА, смт Брюховичі	Реконструйована криївка, яку енкаведисти знищили ...	7	3
6	83DA2479-161B-479A-BAD1-1C33A72754C9	Військова частина 55737	"Військова частина 55737 розміщувалась на вул. Меч...	3	4
7	41AFF1AF-2FDF-4C1A-9DFC-2DAF40135CAB	Львівська цитадель	Львівська цитадель – фортифікаційна споруда у центр...	1	0
8	B9FF4624-D5E4-439D-904C-34BB543CF639	Вежа цитаделі III	Перебуває у напівзруйнованому стані	1	0
9	90D7F9BA-4246-417D-8E1A-3790F5F05251	Миколаївська фортеця	Миколаївська фортеця представляє собою комплекс ...	1	0
10	367E39E3-FC6E-4516-8064-43F17ACD0A43	Авіабаза поблизу с. Любша	Знаходиться північніше с. Любша Стрийського (раніше...	5	5

Рис. 5. Таблиця Markers у базі даних /
Fig. 5. The "Markers" table in the database

Створити Маркер

Назва
Введіть назву маркера

Опис
Введіть опис маркера

Короткий опис
Введіть короткий опис для картки маркера

Тип
Форт

Період
Кінець XIX ст. – початок XX ст.

Періоди експлуатації
Виберіть періоди експлуатації

Стан збереження
Закінчено

Місцезнаходження
Введіть місцезнаходження маркера

Список джерел
Введіть список джерел

Широта
0

Довгота
0

СТВОРИТИ МАРКЕР

Рис. 6. Форма для створення маркера /

Fig. 6. Form for creating a marker

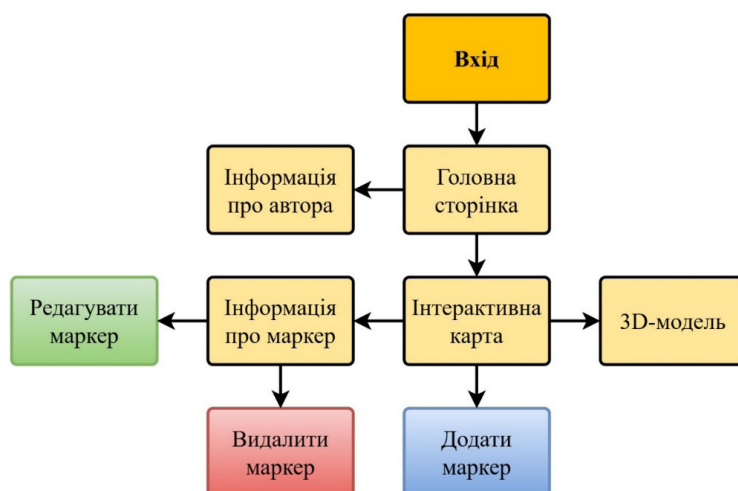


Рис. 7. Схема переходів вебсервісу /

Fig. 7. Web service transition schema

- Фільтрація даних у базі даних;
- Опрацювання отриманих даних на сервері;
- Відправлення даних користувачу;
- Розпакування та відображення даних.

Цей багатоступеневий процес забезпечує точність, ефективність та надійність у відображенні даних на інтерактивній карті, забезпечуючи користувачам доступ до актуальної та релевантної інформації.

Ми використовуємо *NetTopologySuite (NTS)* для роботи з географічними даними, що представлені в базі даних, зокрема для зберігання та опрацювання геометричних об'єктів, таких як точки (маркери на карті), лінії (маршрути) та інші геометричні форми. Це дозволяє нам виконувати просторові запити та аналізи безпосередньо в базі даних, що значно підвищує ефективність роботи з географічними даними.

Принципи роботи користувацької частини. Користувацька частина вебсервісу виконує функцію з надання зручного інтерфейсу для взаємодії з інтерактивними картами (рис. 7). Вона забезпечує доступ до візуально привабливої та функціональної платформи, яка дозволяє переглядати, досліджувати та аналізувати дані про постмілітарні об'єкти Львівської області.

На головній сторінці розташована інформаційна картка (рис. 8), яка надає користувачам ключову інформацію про проект, включаючи його основні цілі та значення.

Інтерактивні елементи для вибору типів об'єктів і історичних періодів, забезпечують можливість

кастомізації відображення на карті. Це не лише підвищує зручність, а й збагачує користувацький досвід, дозволяючи вибрати ті аспекти, що найбільше цікавлять користувача.

Реалізовано функціонал фільтрації об'єктів на інтерактивній карті відповідно до їх типології та історичного періоду, що забезпечує підвищення ефективності роботи з просторовими даними (рис. 9). Для цього використано вибіркові поля, згруповані у дві категорії: «Типи» та «Періоди». Категорія «Типи» дозволяє здійснювати відбір об'єктів за їх призначенням, включаючи форти, довготривалі оборонні точки (ДОТ), військові частини та інші типи постмілітарних споруд. Категорія «Періоди» надає можли-

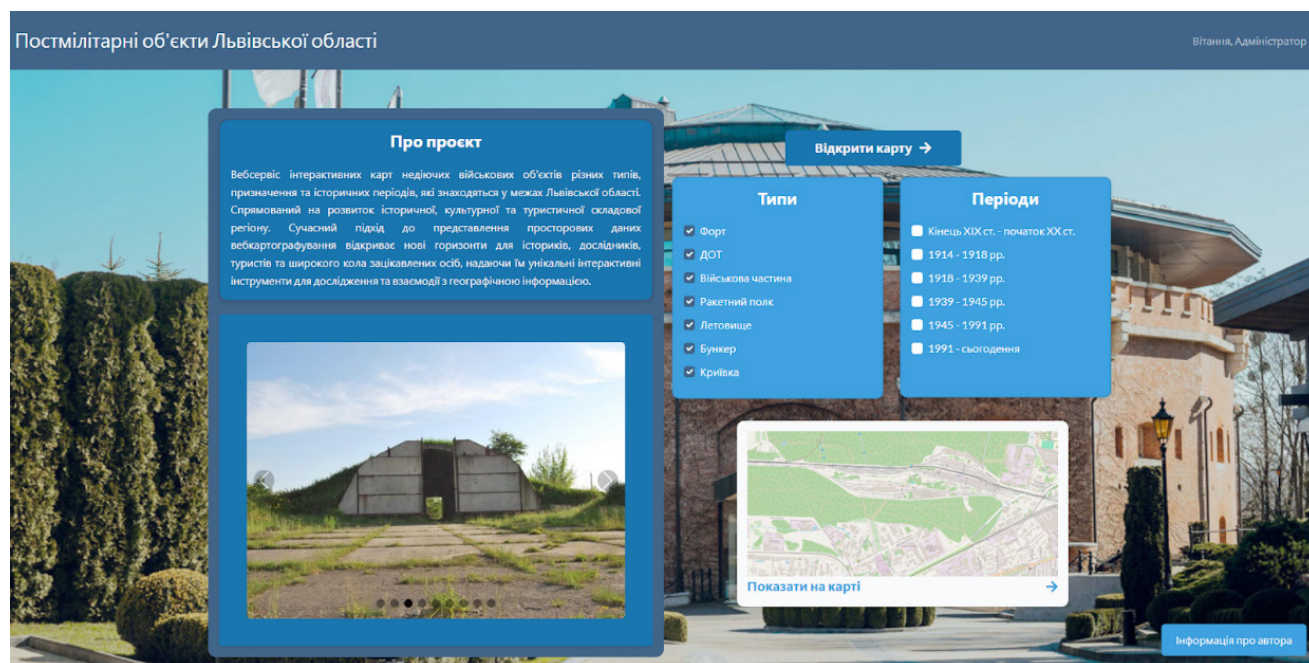


Рис. 8. Головна сторінка проекту /
Fig. 8. Main page of the project

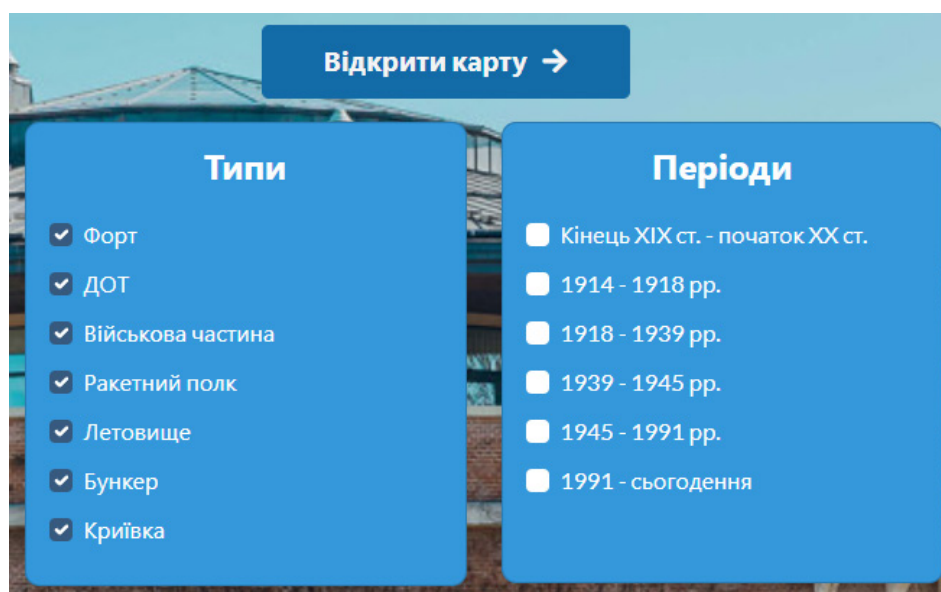


Рис. 9. Фільтрація об'єктів за типом та періодом /
Fig. 9. Filtering objects by type and period

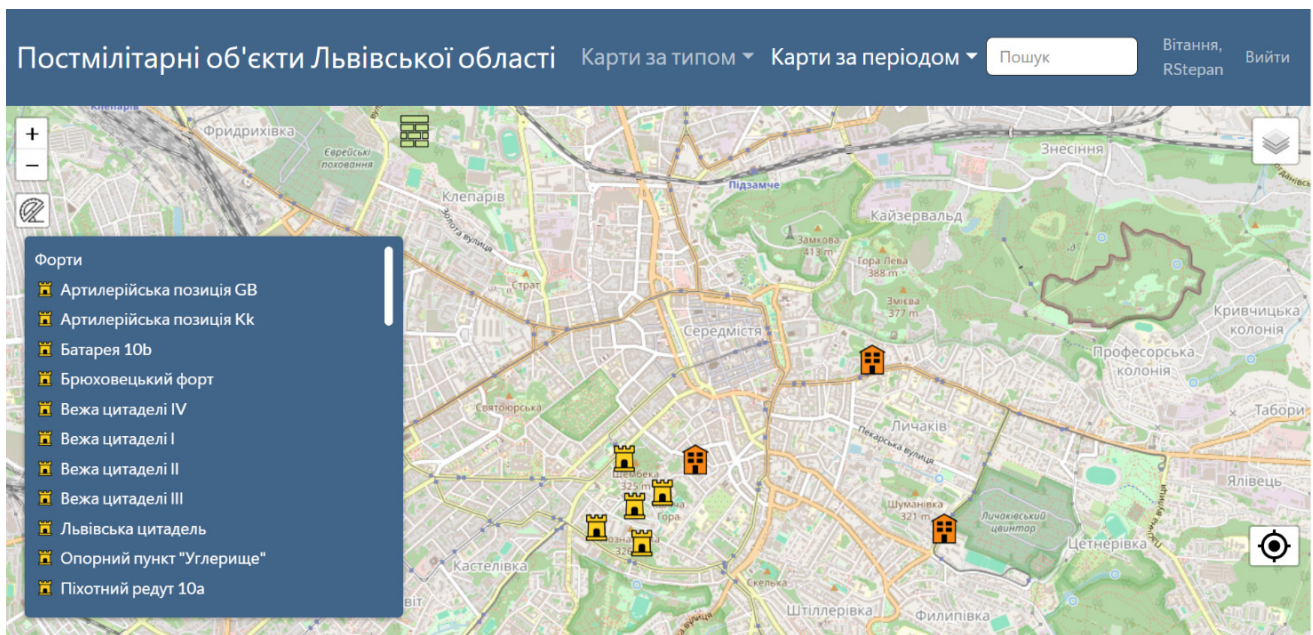


Рис. 10. Титульна карта проекту

Fig. 10. Title map of the project

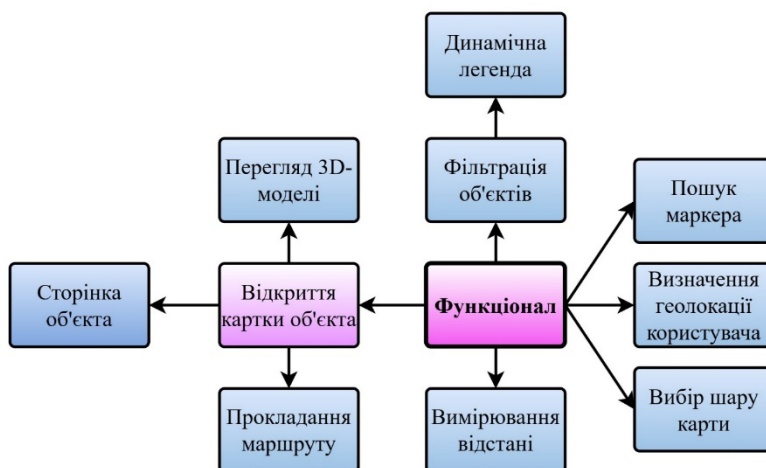


Рис. 11. Функціонал сторінки інтерактивної карти /

Fig. 11. Functionality of the interactive map page

вість фільтрувати дані за хронологічними рамками, наприклад, кінець XIX – початок XX століття або період Першої світової війни (1914–1918 рр.).

Компонент карти забезпечує відображення інтерактивної карти на сторінці (рис. 10) шляхом використання спеціалізованої бібліотеки, яка інтегрується з різними сервісами для отримання та візуалізації даних. Кожен маркер представляється відповідною іконкою, що відображає тип об'єкта, забезпечуючи чітку візуальну ідентифікацію. При взаємодії з маркером відкривається спливаюче вікно з детальною інформацією про об'єкт, а у разі наявності 3D-моделі – посилання на її перегляд, що значно розширює можливості користувачів для отримання додаткових даних (рис 11).

Використано власну класифікацію за періодами, розроблену з урахуванням ключових історичних етапів, які вплинули на розвиток та трансформацію

постмілітарних об'єктів. Загалом така інтерактивна структура забезпечує гнучкість у роботі з картою та адаптацію до потреб користувача при дослідженні постмілітарних об'єктів [7].

Схема, яка відображає процес опрацювання запиту фільтрації в системі, та включає клієнтську частину, серверну частину та базу даних подана на рисунку 12.

Інтерактивна карта також включає динамічно генеровану легенду, яка відображає різні типи об'єктів і відповідні їм маркери (рис. 13). Легенда адаптується відповідно до наявних типів та маркерів, що забезпечує їхню ідентифікацію.

Функціонал дозволяє здійснювати пошук маркерів за назвою на основі відповідності введеному запиту, що сприяє швидкому доступу до необхідних даних.

Відображення та взаємодія з тривимірними моделями реалізовані через активацію методу відображення 3D-моделі, що здійснюється при виборі відповідного маркера. Цей метод створює контейнер для інтеграції моделі, забезпечуючи користувачам можливість інтерактивного маніпулювання тривимірними об'єктами у спливаючому вікні [1].

Сторінка інформації про об'єкт. На картці розміщені: назва, фото та коротка інформаційна довідка про об'єкт з можливістю перегляду розширеної інформації (рис. 14).

Відображення інформації про об'єкт реалізується через інтерактивний інтерфейс, який включає галерею зображень у вигляді каруселі. Крім того,

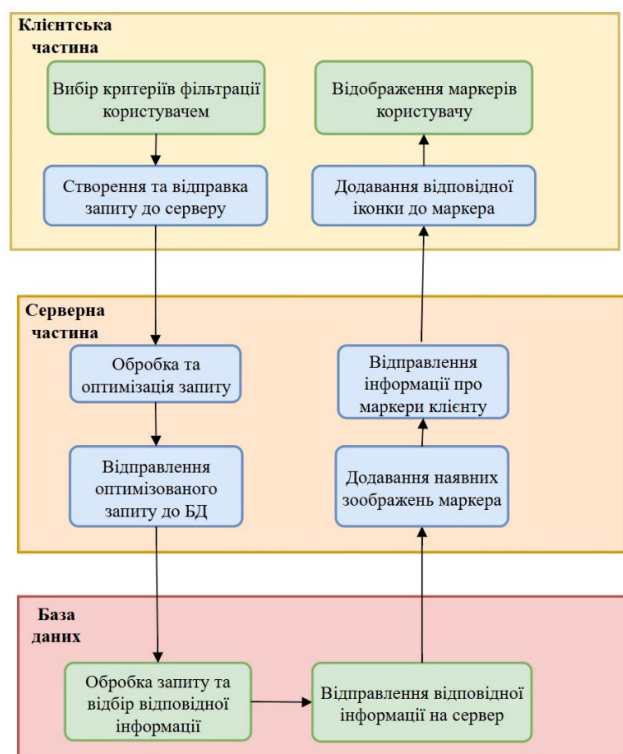


Рис. 12. Схеми фільтрації маркерів /
Fig. 12. Marker filtering schema

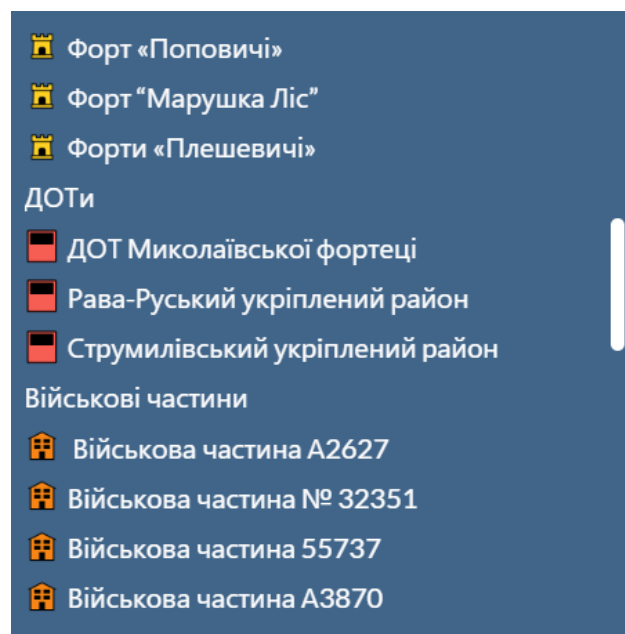


Рис. 13. Легенда карти /
Fig. 13. Map legend

відображається список джерел інформації, що забезпечує доступ до додаткових даних та матеріалів, пов'язаних з об'єктом (рис. 15). Інтерфейс включає функції редагування та видалення маркерів, які на сьогодні доступні лише на правах адміністратора.

Додатково реалізована функція коментування, що дозволяє залишати відгуки та коментарі, пов'язані з об'єктом.

На інтерактивній карті маршрут відображається у вигляді лінії, яка показує шлях від початкової до кінцевої точки (рис. 16).

У проєкті ми використовуємо Mapbox для прокладання маршрутів між маркерами на карті, що дозволяє планувати маршрути та переглядати відстані між об'єктами [8]. Їх функціональність у вебсервісі розроблена таким чином, щоб створювати та відображати маршрути на інтерактивній карті полегшуючи планування подорожей або навігацію.

Mapbox використовує складні алгоритми для визначення найкращого маршруту між двома точками. Ці алгоритми базуються на аналізі даних про дорожню мережу, включаючи: вулиці, шляхи, мости, тунелі, обмеження швидкості, зони забороненого руху та багато іншого. Схеми прокладання маршруту у Mapbox представлена на рисунку 17.

Запропонований вебсервіс має широкий потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення, зокрема:

Розширення бази даних: інтеграція нових пост-милітарних об'єктів, розширення географічного

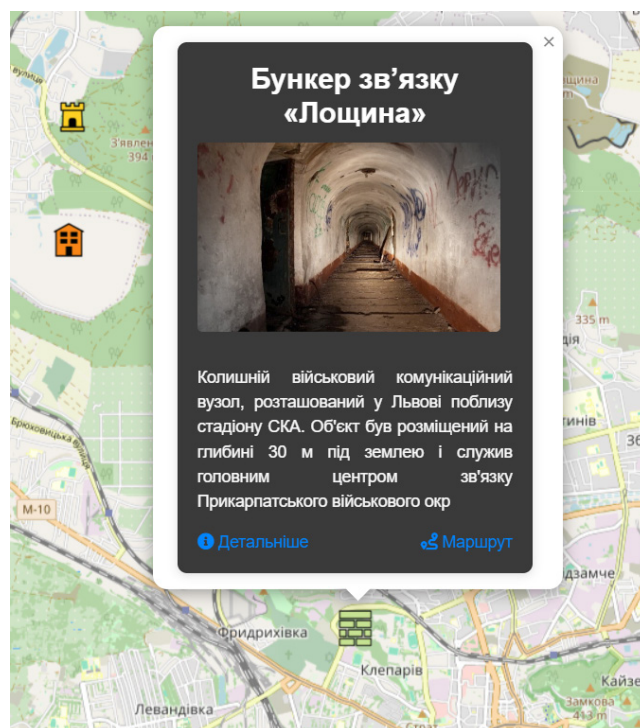


Рис. 14. Інтерактивна карта із маркером бункера зв'язку «Лощина» /
Fig. 14. Interactive map with a marker for the «Loschyna» communication bunker)

охоплення за межі Львівської області, збагачення інформації про об'єкти (додаткові історичні дані, архівні матеріали, мультимедійний контент);

Покращення користувацького досвіду: удосконалення інтерфейсу з акцентом на персоналізацію

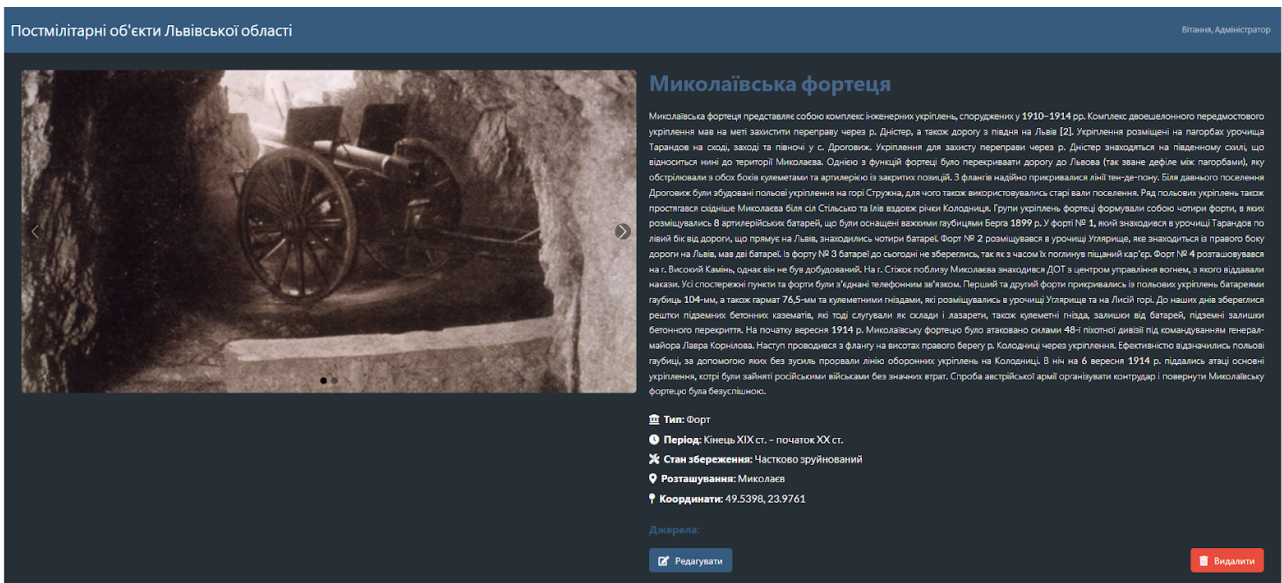


Рис. 15. Розширена сторінка інформації про «Миколаївську фортецю» /
Fig. 15. Extended information page about the «Mykolaiv Fortress»

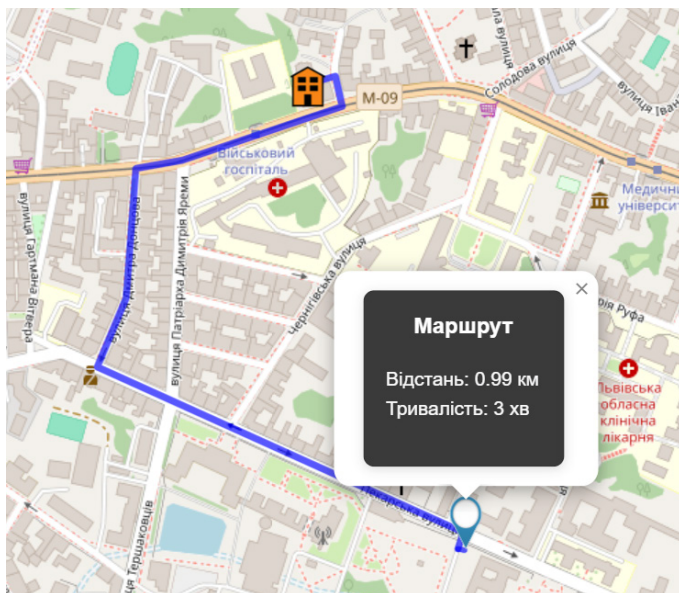


Рис. 16. Маршрут на інтерактивній карті з параметрами відстані та тривалості /

Fig. 16. Route on the interactive map with distance and duration parameters

функціоналу для різних категорій користувачів, включаючи туристів, дослідників та освітян;

Інтеграція з іншими платформами: створення API для обміну даними з іншими геоінформаційними системами (ГІС) та туристичними сервісами;

Додаткові функціональні можливості: створення аналітичних інструментів для глибокого просторового аналізу, розробка персоналізованих маршрутів для користувачів з урахуванням їхніх уподобань та інтересів;

Мобільна адаптація: створення мобільних додатків для Android та iOS з інтерактивними функціями офлайн-доступу до даних;

Співпраця з науковими установами: залучення дослідників для актуалізації даних, підготовки но-



Рис. 17. Схема прокладання маршруту у Mapbox /
Fig. 17. Route planning schema in Mapbox

вих матеріалів та організації тематичних проєктів на базі вебсервісу;

Інтернаціоналізація: переклад вебсервісу на інші мови для залучення міжнародної аудиторії та популяризації української культурної спадщини на світовому рівні;

Застосування сучасних технологій: впровадження штучного інтелекту для автоматизованого аналізу даних, прогнозування стану об'єктів та створення рекомендацій щодо їх збереження.

Висновки. Розроблення вебсервісу для інтерактивного відображення постмілітарних об'єктів Львівської області є важливим засобом у збереженні, популяризації та інтеграції історико-культурної спадщини у сучасний цифровий простір. Основою проекту стало застосування вебкартографії, яка довела свою ефективність у систематизації та візуалізації даних. Інтерактивність сервісу, забезпечена сучасними технологіями, дозволяє отримувати доступ до структурованої інформації про об'єкти у зручній формі.

Запропонований вебсервіс об'єднує постмілітарні об'єкти у єдиній платформі, оскільки інформація про ці об'єкти часто зберігається у різних джерелах, не є систематизованою, а доступ до неї ускладнений через відсутність інтегрованих плат-

форм. Завдяки використанню стеку технологій Angular 18, ASP.NET 8 і MSSQL сервіс забезпечує високу продуктивність, інтерактивність і масштабованість, що дозволяє обслуговувати широку аудиторію: від дослідників і туристів до освітніх закладів.

Важливим досягненням є інтеграція інструментів для фільтрації, відображення 3D-моделей і просторового аналізу, що робить платформу універсальною для дослідження та популяризації історичних об'єктів. Використання підходу «Code First» у створенні бази даних забезпечує гнучкість у розвитку та оновленні структури сервісу, що є важливим для його подальшої еволюції.

Розроблений вебсервіс не лише сприяє збереженню історико-культурної спадщини Львівської області, але й демонструє потенціал сучасних цифрових технологій у популяризації та інтеграції спадщини у глобальний інформаційний простір.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Репехович С. Цифрова модель історичного об'єкту у вебкартографуванні постмілітарних об'єктів. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. Харків, 2023. Вип. 38. С. 40–49.
2. Сулик Б. Постмілітарні об'єкти Західного регіону України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*. 2013. Вип. 672–673. С. 160–165.
3. Lerman J., Miller R. Programming Entity Framework: Code first: Creating and configuring data models from your classes. O'Reilly Media, Inc., 2011. 192 p.
4. Mistry R., Misner S. Introducing Microsoft SQL Server 2014. Microsoft Press, 2014. P. 3–21.
5. Naylor L. ASP.NET Core and Entity Framework Core. Apress, 2021. 628 p.
6. Panwar V. Web evolution to revolution: Navigating the future of web application development. *International Journal of Computer Trends and Technology*. 2024. Vol. 72, No. 2. P. 34–40.
7. Repekhovych S., Sossa R. Theoretical and methodological foundations of web mapping of post-military facilities. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*. 2024. Vol. 99, No. 99. P. 46–57.
8. Rzeszewski M. Mapbox. *Evaluating participatory mapping software*. Cham: Springer International Publishing, 2023. P. 21–40.
9. Strauss D. Exploring advanced features in C#: Enhance your code and productivity. Apress, 2019. 299 p.
10. Welty R. OpenHistoricalMap: Historical geography wiki style – WikiConference North America, 2021. URL: https://wikiconference.org/wiki/2021/Main_Page (дата звернення: 24.03.2025).
11. World Heritage Interactive Map. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/interactive-map/> (дата звернення: 24.03.2025).

Стаття надійшла до редакції 10.03.2025

Стаття рекомендована до друку 14.04.2025

Repekhovych Stepan - Postgraduate student, Department of Cartography and Geospatial Modelling of Lviv Polytechnic National University, Ukraine; e-mail: stepandid2@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6006-2428>

WEB MAPPING AS A TOOL FOR PRESERVATION AND PROMOTION OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE

The purpose of the article. To substantiate the necessity of creating a web service with interactive maps of post-military objects, define conceptual and technological foundations for its implementation, and demonstrate the potential of web mapping for the preservation, promotion, and integration of historical and cultural heritage into the digital space.

The main material. Under modern digitalization conditions, creating an interactive web service to showcase post-military objects in Lviv region is an essential method for preserving, promoting, and ensuring accessibility to historical and cultural heritage. Post-military objects constitute a valuable source of historical information; however, data about them

often remain unsystematized and difficult to access. Web mapping enables integration of spatial and thematic data onto a platform combining visualization, informativeness, and interactivity.

The technical implementation of the web service is based on a contemporary technology stack: Angular 18 for the frontend, ASP.NET 8 for the backend, and MSSQL for data management.

The web service database is structured according to relational principles, including tables for geographic coordinates, textual information, multimedia materials, and object typologies. A “one-to-many” relationship between tables enables the integration of markers with photographs, enhancing visual data representation.

The interactive service interface allows users to interact with maps, display objects based on selected criteria, view related content, and plot routes. The integration of NetTopologySuite ensures efficient handling of spatial data, such as object coordinates and routing.

The proposed web service addresses the problem of data systematization, unifying them into a single platform convenient for researchers, educators, tourists, and the general public.

Conclusions. The development of the web service for interactive mapping of post-military objects in the Lviv region aims at preserving, promoting, and integrating historical and cultural heritage into the digital space. Utilizing a modern technology stack (Angular 18, ASP.NET 8, MSSQL), the service provides interactivity, performance, and convenient access to organized information, including filtering, 3D models, and spatial analysis. The web service solves the problem of unsystematized data, offering new opportunities for research, preservation, and promotion of post-military objects.

Keywords: *post-military objects, web service, web mapping, interactivity, historical and cultural heritage, digitalization, database, relational model, spatial data, integration, visualization.*

REFERENCES:

1. Repekhovych, S. (2023). Digital model of historical object in web mapping of post-military objects. *The Problems of Continuous Geographical Education and Cartography* (38), 40–49. [in Ukrainian].
2. Sulyk, B. (2013). Post-military objects of the Western region of Ukraine. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Geography*, (672–673), 160–165 [in Ukrainian].
3. Lerman, J., & Miller, R. (2011). *Programming Entity Framework: Code first: Creating and configuring data models from your classes*. O'Reilly Media, Inc [in English].
4. Mistry, R., & Misner, S. (2014). *Introducing Microsoft SQL Server 2014*. Microsoft Press, 3-21 [in English].
5. Naylor, L. (2021). *ASP.NET Core and Entity Framework Core*. Apress [in English].
6. Panwar, V. (2024). Web evolution to revolution: Navigating the future of web application development. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 72(2), 34–40 [in English].
7. Repekhovych, S., & Sossa, R. (2024). Theoretical and methodological foundations of web mapping of post-military facilities. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*, 99(99), 46-57 [in English].
8. Rzeszewski, M. (2023). Mapbox. In *Evaluating participatory mapping software* (pp. 21–40). Cham: Springer International Publishing [in English].
9. Strauss, D. (2019). *Exploring advanced features in C#: Enhance your code and productivity*. Apress [in English].
10. Welty, R. (2021). OpenHistoricalMap: Historical geography wiki style – WikiConference North America. Retrieved from https://wikiconference.org/wiki/2021/Main_Page [in English].
11. World Heritage Interactive Map. (n.d.). UNESCO. Retrieved from <https://whc.unesco.org/en/interactive-map/> [in English].

The article was received by the editors 10.03.2025

The article is recommended for printing 14.04.2025