

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА  
ПОЛІТЕХНІКА» МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна  
наукова праця на  
правах рукопису

**РЕПЕХОВИЧ СТЕПАН ІГОРОВИЧ**

УДК: 528.9:004.738.5

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**МЕТОДИКА ІНТЕРАКТИВНОГО  
ВЕБКАРТОГРАФУВАННЯ ПОСТМІЛІТАРНИХ ОБ'ЄКТІВ  
ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ (НА ПРИКЛАДІ  
ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

103 «Науки про Землю»

10 «Природничі науки»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ / С.І.Репехович/

Науковий керівник Савчин Ігор Романович, доктор технічних наук, доцент  
Науковий керівник Сосса Ростислав Іванович, доктор географічних наук

ЛЬВІВ – 2025

## АНОТАЦІЯ

Репехович С.І. Методика інтерактивного вебкартографування постмілітарних об'єктів історико-культурної спадщини (на прикладі Львівської області).

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 «Науки про Землю» (10 – Природничі науки). – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2025.

Дисертація відповідає стандарту спеціальності 103 «Науки про Землю». Згідно стандарту об'єктом діяльності є «природні та антропогенні об'єкти і процеси у геосферах у взаємозв'язку, перетвореннях і розвитку в просторі та часі». Антропогенний вплив на геосфери пов'язаний з діяльністю людини, що змінює природні процеси та формує нові об'єкти. Постмілітарні об'єкти, як об'єкти історико-культурної спадщини, відносяться до антропогенних процесів, що змінюють природний мікроландшафт місцевості, а їх картографування дозволяє дослідити зміни цих процесів у часі. Методи, методики та технології, що забезпечують даний стандарт є наступні: «фізичні і хімічні методи, методи натурного, лабораторного, дистанційного дослідження оболонок Землі, цифрові технології, математичні та статистичні методи аналізу даних, математичне і фізичне моделювання процесів і властивостей геосфер», що прямо відповідають методам проведених досліджень.

Дисертація присвячена розробленню та практичній реалізації методики інтерактивного вебкартографування постмілітарних об'єктів. В умовах зростання інтересу до історико-культурної та постмілітарної спадщини, цифровізація та інтеграція геопросторових даних стають важливими чинниками для збереження, систематизації, популяризації та дослідження таких об'єктів. Використання вебкартографування дозволяє забезпечити широку доступність інформації, зручну взаємодію користувачів із геопросторовими даними та сприяє інтеграції цих об'єктів у глобальний інформаційний простір.

*Метою роботи є розроблення методики інтерактивного вебкартографування постмілітарних об'єктів та виконання експериментально-*

дослідницьких робіт зі створення вебсервісу постмілітарних об'єктів Львівської області.

*Наукова новизна* отриманих результатів полягає у розробленні та обґрунтуванні методичних засад інтерактивного вебкартографування постмілітарних об'єктів Львівської області із застосуванням геоінформаційних технологій, що сприяє їхній систематизації та візуалізації, а також дозволяє підвищити доступність та ефективність використання геопросторових даних.

*Практичне значення отриманих результатів.* Розроблений вебсервіс може використовуватися краєзнавцями, туристами, істориками, урбаністами, архітекторами, представниками місцевих громад, для досліджень, просторового та часового аналізу, розвитку історико-культурного та мілітарного туризму, прийняття рішень щодо збереження та відновлення постмілітарних об'єктів.

Запропоновані методичні підходи та технологічні рішення можуть бути адаптовані для створення відповідних вебсервісів для інших регіонів України, забезпечуючи оптимальний підхід до вебкартографування та візуалізації даних про постмілітарні та історико-культурні об'єкти загалом. В перспективі можливе формування єдиної вебкартографічної мережі візуалізації об'єктів постмілітарної спадщини з урахуванням регіональної специфіки, військово-історичного контексту, типологічної різноманітності та інших факторів.

У першому розділі досліджено потенціал вебкартографування як ефективного інструменту цифрової репрезентації об'єктів історико-культурної спадщини. Зокрема на основі аналізу вітчизняних проєктів, «Що подивитись – Україна», «Інтерактивна мапа ОУН», «Україна фортифікаційна», «Інтерактивна карта замків і фортець», проаналізовано використання сучасних API-рішень, адаптивної верстки, мультимедійного супроводу, аналітичних інструментів.

Розглянуто вебкартографування постмілітарних та запропоновано розширене визначення цього поняття — це процес використання онлайн-технологій для створення, аналізу та представлення карт, що візуалізують історичні та сучасні характеристики об'єктів, які раніше використовувались у військових цілях, але на сьогодні втратили своє призначення або ліквідовані.

Проаналізовано вітчизняний науковий і практичний досвід дослідження постмілітарної спадщини, зокрема праці Б.М. Сулика, А.В. Мельника, І.І. Винниченка, О.О. Любіцевої, Ю.І. Чикайла, М.П. Кляпа, Ф.Ф. Шандора, К.А. Поливача, Є.А. Іванова, Б.В. Четверікова.

Досліджено зарубіжний досвід вебкартографування історико-культурних об'єктів. Проєкти у Латвії, Литві, Польщі, Чехії, Великій Британії та інших країнах демонструють комплексний підхід до цифрової репрезентації історико-культурної спадщини, в основі якого — ефективне поєднання геоінформаційних технологій (Leaflet JS, OpenStreetMap, Google Maps API, Mapbox, MapLibre GL), аналітичних інструментів (Google Analytics, Facebook Pixel), сучасних засобів веббезпеки (Subresource Integrity, HSTS) і мультимедійної візуалізації (включно з інтерактивними моделями, анімаціями та архівними матеріалами)

Аналіз вітчизняних та зарубіжних проєктів дав змогу окреслити ключові чинники ефективності реалізованих вебкартографічних рішень візуалізації історико-культурної спадщини. Серед них - наявність деталізованої просторової інформації про об'єктів, можливість фільтрації об'єктів за атрибутивними ознаками, підтримка багатомовності; адаптивний дизайн для роботи на різних платформах, функціонал краудсорсингу — внесення даних користувачами з подальшою верифікацією, інтеграція з різноманітними джерелами даних.

У другому розділі встановлено, що джерела даних про постмілітарні об'єкти — основна складова створення структурованої бази даних, яка дозволяє ефективно систематизувати та аналізувати інформацію. Вони включають архівні документи, картографічні матеріали, супутникові знімки, наукові публікації, літературні та інтернет-ресурси, а також дані польових досліджень.

Опрацьовано дані про 31 комплекс постмілітарних об'єктів Львівської області. У результаті польових досліджень зібрано унікальні просторові дані, фотоматеріали, визначено сучасний стан об'єктів, виявлено ступінь їх збереженості, масштаби втрат та руйнувань. Отримані дані стануть основою для створення реляційної бази даних, яка дозволить інтегрувати зібрану інформацію у вебкартографічний сервіс.

Запропоновано методологічне обґрунтування вебкартографування постмілітарних об'єктів, яке базується на принципах історизму, системності, достовірності та сучасності, узгодженості, інформативності, презентабельності та доступності, технологічності, багатоваріантності географічних основ, партнерства. На основі загальних принципів системного підходу та аналізу предметної сфери дослідження розроблено класифікацію постмілітарних об'єктів. Основою класифікації стали функціональне призначення та часові рамки існування об'єктів, що дозволило виявити закономірності та особливості їхнього розвитку у різні історичні періоди.

За функціональним призначенням виділено типи постмілітарних об'єктів Львівської області: форти, ДОТи, військові частини, бункери, криївки, летовища, ракетні полки.

Хронологічно розподілено постмілітарні об'єкти за такими періодами функціонування: кінець XIX – початок XX ст., 1914-1918 рр. (Перша світова війна), міжвоєнний період (1919-1939 рр.), 1939-1945 рр. (Друга світова війна), 1945-1991 рр., 1991 р. – сьогодення (сучасний період).

Виходячи із запропонованої методики вебкартографування постмілітарних об'єктів розроблено та реалізовано технологічну схему проведення робіт, яка включає чотири основні етапи: збір даних, опрацювання даних, створення бази даних, вебкартографування. Запропонована Послідовна організація роботи забезпечує впорядкованість дій, узгодженість між етапами, цілісність даних, створення середовища для подальшої вебкартографічної візуалізації об'єктів. Крім того, технологічна схема дозволяє масштабувати підхід для нових територій та типів об'єктів.

У третьому розділі описано практичне розроблення вебсервісу. Його концепція базується на забезпеченні цілісності даних, інтерактивності, адаптивності та широкої доступності інформації.

Використали для реалізації проєкту сучасний стек технологій, включаючи Angular 18 із додаванням бібліотеки Leaflet для клієнтської частини, ASP.NET 8 для серверної логіки та MSSQL для управління даними. Інтеграція

мультимедійного та просторового контенту, маршрутизація та фільтрація за типами об'єктів підвищують функціональність та ефективність взаємодії користувачів із системою. Завдяки забезпеченню безпеки, масштабованості та інтеграції з геоінформаційними системами створений вебсервіс є стабільним та продуктивним, здатним опрацювати значний потік користувачів та інтегрувати інформацію про постмілітарні об'єкти Львівської області у глобальний цифровий простір.

Провели експериментально-дослідницькі роботи, які уможливили створення 3D-моделі частково втрачених постмілітарних об'єктів. Виконали повний процес таких робіт на прикладі форту «Марушка Ліс». Проведено історичні дослідження, виконано наземне лазерне сканування, детальне моделювання та візуалізацію. Задokumentувано складні архітектурні структури у 3D-форматі та відновлено втрачені частини об'єктів. За допомогою програмного забезпечення Autodesk Revit було створено деталізовану цифрову тривимірну модель форту.

Цифрова модель інтегрована у вебсервіс постмілітарних об'єктів за допомогою платформи Sketchfab. Реалізовано доступну взаємодію з моделлю у реальному часі, яка включає: обертання, масштабування, віртуальний перегляд.

Для розроблення вебсервісу постмілітарних об'єктів використано підхід Code First з Entity Framework у .NET, який дозволив автоматично трансформувати класи C# у таблиці бази даних. Схему бази даних згенеровано за допомогою Entity Framework. Внесення інформації у базу даних здійснено через вебсервіс з перевіркою коректності даних та їх передачею на сервер.

Розроблений вебсервіс вирізняється сучасною веборієнтованою архітектурою, що забезпечує доступність, швидкодію та економічну ефективність. Інтеграція з SQL Server забезпечує ефективну роботу з геоданими у багатокористувацькому середовищі. Використання Leaflet сприяє швидкому завантаженню картографічних даних, що є критично важливим у польових умовах. Завдяки адаптивному вебінтерфейсу, система доступна з будь-якого пристрою без потреби у встановленні застосунків.

Реалізовано користувацьку частину вебсервісу, в результаті створено зручний та функціональний інтерфейс з можливостями переглядати, досліджувати та аналізувати дані про постмілітарні об'єкти Львівської області.

*Ключові слова:* вебкартографування, інтерактивна карта, постмілітарні об'єкти, історико-культурна спадщина, геопросторові дані, вебсервіс, геоінформаційні технології, 3D-моделювання, цифрова модель, база даних, технологічна схема, Львівська область.

### **ABSTRACT**

Repehovich S.I. Methodology of Interactive Web Mapping of Post-Military Facilities of Historical and Cultural Heritage (Based on the Example of Lviv Region).

PhD Dissertation in specialty 103 «Earth Sciences» (10 «Natural Sciences»). – Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2025.

The dissertation corresponds to the standard of specialty 103 «Earth Sciences». According to the standard, the object of activity is defined as «natural and anthropogenic objects and processes in geospheres in their interrelations, transformations, and development in space and time». Anthropogenic impacts on geospheres are connected to human activities, altering natural processes and creating new objects. Post-military facilities, as historical and cultural heritage sites, relate to anthropogenic processes that transform the natural micro-landscape of an area. Their mapping allows studying these process changes over time. Methods, techniques, and technologies supporting this standard include «physical and chemical methods; methods of field, laboratory, and remote sensing of Earth's shells; digital technologies; mathematical and statistical data analysis methods; mathematical and physical modeling of geospheric processes and properties», which directly correspond to the methods utilized in this research.

The dissertation is devoted to the development and practical implementation of a methodology for interactive web mapping of post-military facilities. In the context of increasing interest in historical, cultural, and post-military heritage, digitalization and integration of geospatial data have become crucial factors in preserving, systematizing, popularizing, and researching such objects. Web mapping enables broad information

accessibility, convenient interaction with geospatial data, and facilitates the integration of these objects into the global information space.

*The objective of the research* is to develop a methodology for interactive web mapping of post-military facilities and to conduct experimental research aimed at creating a web service for the post-military facilities of the Lviv region.

*The scientific novelty* of the results consists in the development and substantiation of methodological foundations for interactive web mapping of post-military facilities in the Lviv region using geoinformation technologies. This contributes to the systematization and visualization of objects, increasing the accessibility and effectiveness of using geospatial data.

*The practical significance of the results* obtained lies in the developed web service, which can be utilized by local historians, tourists, historians, urban planners, architects, and local community representatives for research, spatial and temporal analysis, development of historical, cultural, and military tourism, and decision-making related to the preservation and restoration of post-military facilities.

The proposed methodological approaches and technological solutions can be adapted to create similar web services for other regions of Ukraine, ensuring optimal web mapping approaches and data visualization of post-military and historical-cultural objects in general. Prospects include forming a unified web mapping network for visualization of post-military heritage, taking into account regional specifics, military-historical context, typological diversity, and other factors.

The first chapter explores the potential of web mapping as an effective digital tool for representing historical-cultural heritage objects. Based on the analysis of domestic projects such as «What to See – Ukraine», «Interactive Map of OUN», «Fortified Ukraine», and «Interactive Map of Castles and Fortresses», modern API solutions, responsive web design, multimedia support, and analytical tools are evaluated.

Web mapping of post-military facilities is examined, and an extended definition of this concept is proposed: it is the process of using online technologies to create, analyze, and present maps visualizing historical and contemporary characteristics of objects previously used for military purposes but which have lost their original function



or been dismantled. Ukrainian scientific and practical experience in researching post-military heritage is analyzed, particularly the works of B.M. Sulyk, A.V. Melnyk, I.I. Vynnychenko, O.O. Lyubitseva, Y.I. Chykailo, M.P. Klyap, F.F. Shandor, K.A. Polyvach, Y.A. Ivanov, and B.V. Chetverikov.

Foreign experiences in web mapping historical-cultural heritage objects are investigated. Projects in Latvia, Lithuania, Poland, Czech Republic, the United Kingdom, and other countries demonstrate a comprehensive approach based on the effective integration of geoinformation technologies (Leaflet JS, OpenStreetMap, Google Maps API, Mapbox, MapLibre GL), analytical tools (Google Analytics, Facebook Pixel), advanced web security (Subresource Integrity, HSTS), and multimedia visualization (interactive models, animations, archival materials).

The analysis of domestic and foreign projects highlighted key factors in the effectiveness of web mapping solutions for historical-cultural heritage visualization. These include detailed spatial information, object filtering by attributes, multilingual support, responsive design, crowdsourcing functionality, and integration with various data sources.

The second chapter establishes that data sources on post-military facilities are essential for creating a structured database enabling effective systematization and analysis. These include archival documents, cartographic materials, satellite imagery, scientific publications, literary and internet resources, and field research data.

Data on 31 complexes of post-military facilities in the Lviv region were processed. Field research provided unique spatial data, photographic materials, current conditions assessment, preservation status, and extent of damage. These data form the basis for a relational database integrating information into the web mapping service.

A methodological rationale for web mapping of post-military facilities is proposed based on principles of historicism, systematicity, reliability and contemporaneity, coherence, informativeness, presentability and accessibility, technological advancement, multiple geographic bases, and partnership. Based on systemic approach principles and analysis of the research domain, a classification of

post-military facilities was developed, focusing on functional purposes and historical timelines to identify development patterns.

Objects are classified by function: forts, pillboxes, military units, bunkers, hideouts, airfields, and missile regiments. Chronologically, objects are categorized into periods: late 19th – early 20th century, 1914-1918 (WWI), interwar period (1919-1939), 1939-1945 (WWII), 1945-1991, and post-1991 (contemporary period).

Based on the proposed methodology, a technological workflow comprising four stages was developed and implemented: data collection, data processing, database creation, and web mapping. The systematic organization ensures orderly processes, stage consistency, data integrity, and creates an environment for subsequent web mapping visualization. Additionally, this workflow supports scalability for new territories and object types.

The third chapter describes the practical development of the web service, emphasizing data integrity, interactivity, adaptability, and broad information accessibility. The project employs contemporary technologies, including Angular 18 with Leaflet for the client side, ASP.NET 8 for server-side logic, and MSSQL for data management. Multimedia and spatial content integration, routing, and object filtering enhance user interaction effectiveness. Security, scalability, and GIS integration ensure web service stability and performance, capable of handling significant user traffic and integrating post-military facilities information into the global digital space.

Experimental research enabled creating 3D models of partially destroyed post-military facilities, exemplified by the «Marushka Lis» fort. Historical research, terrestrial laser scanning, detailed modeling, and visualization documented complex structures and restored missing parts using Autodesk Revit.

The digital model was integrated into the web service via Sketchfab, providing real-time interactive features: rotation, scaling, and virtual viewing.

The Code First approach with Entity Framework in .NET was utilized, automating the transformation of C# classes into database tables, facilitating accurate and secure data entry via the web service.

The developed web service, distinguished by its modern architecture, provides accessibility, high performance, and cost efficiency. The adaptive web interface enables usability from various devices without additional applications. The final web service offers a user-friendly and functional interface for exploring and analyzing data on post-military facilities in the Lviv region.

*Keywords:* web mapping, interactive map, post-military facilities, historical-cultural heritage, geospatial data, web service, GIS technologies, 3D modeling, digital model, database, technological workflow, Lviv region.

## **СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА, В ЯКИХ ОПУБЛІКОВАНІ ОСНОВНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Статті у наукових фахових виданнях України:**

1. Репехович С., Сосса Р. (2023) Постмілітарні об'єкти Львівської області (військові частини, ракетні комплекси, летовища, бункери зв'язку, криївки) як об'єкт вебкартографування. Історико-географічні дослідження в Україні ( 17). Київ, с. 222-245;
2. Репехович С. (2023) Цифрова модель історичного об'єкту у вебкартографуванні постмілітарних об'єктів. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії (38). Харків, с. 40-49;
3. Repekhovich, S., Sossa, R. (2024). Theoretical and methodological foundations of web mapping of post-military facilities. Geodesy, Cartography and Aerial Photography, (99), 46–57.

### **Публікації у наукових виданнях, які додатково відображають наукову цінність дисертації:**

1. Репехович С. (2022) Вебкартографування постмілітарних об'єктів Львівської області. Простір в історичних дослідженнях (3), с. 52-61;
2. Репехович С. (2024) Побудова твердотілої моделі історичного об'єкту: на прикладі форту «Марушка Ліс». Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, вип. 1 (47), с. 161-169;
3. Репехович С., Сосса Р. (2022) Постмілітарні об'єкти Львівської області (фортифікаційні споруди) як об'єкт вебкартографування. Історико-географічні дослідження в Україні (16). Київ, с. 204-222.

**Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації, а саме матеріали та тези наукових конференцій:**

1. Repekhovych S., Sossa R. Approaches to web mapping of post-military facilities in Lviv region // International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2021». – Lviv, 4-6 October 2021;
2. Repekhovych S., Sossa R. Principles of web mapping of post-military facilities // 2022 International Conference of Young Professionals, GeoTerrace 2022; Institute of Geodesy, Lviv Polytechnic National University. – Lviv, Ukraine; 4-6 October 2022.
3. Savchyn I., Repekhovych S. Historical Virtual Reconstruction of Przemyśl Fortress Forts Using Geodetic Methods: the Case of I/4 Maruszka Las Fort in Ukraine // International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024». – Lviv, 7-10 October 2024.

## ЗМІСТ

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| АНОТАЦІЯ.....                                                                                      | 2  |
| СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ.....                                                                             | 11 |
| ЗМІСТ.....                                                                                         | 13 |
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....                                                                     | 15 |
| ВСТУП.....                                                                                         | 18 |
| РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ НАПРЯМИ ВЕБКАРТОГРАФУВАННЯ.....                                                  | 22 |
| 1.1. Вебкартографування як високотехнологічний напрям<br>сучасного картографування.....            | 22 |
| 1.1.1. Сутність і переваги вебкартографування.....                                                 | 22 |
| 1.1.2. Типи вебкарт.....                                                                           | 28 |
| 1.2. Вебкартографування в Україні: сучасні тенденції та застосування.....                          | 30 |
| 1.2.1. Вітчизняний досвід вебкартографування.....                                                  | 30 |
| 1.3. Вебкартографування постмілітарної спадщини.....                                               | 32 |
| 1.3.1. Вітчизняний досвід дослідження та візуалізації постмілітарної<br>спадщини .....             | 33 |
| 1.3.2. Зарубіжний досвід дослідження та візуалізації постмілітарної<br>спадщини .....              | 38 |
| 1.3.3. Дослідження постмілітарних об'єктів Львівської області.....                                 | 46 |
| Висновки до розділу 1.....                                                                         | 50 |
| РОЗДІЛ 2. НАУКОВІ ОСНОВИ ВЕБКАРТОГРАФУВАННЯ<br>ПОСТМІЛІТАРНИХ ОБ'ЄКТІВ.....                        | 52 |
| 2.1. Джерела даних про постмілітарні об'єкти для наповнення бази даних...                          | 52 |
| 2.2. Збір даних про постмілітарні об'єкти.....                                                     | 54 |
| 2.2.1. Геоприв'язка історичної карти для просторової ідентифікації<br>постмілітарних об'єктів..... | 59 |
| 2.3. Принципи та підходи вебкартографування постмілітарних об'єктів.....                           | 64 |
| 2.4. Класифікація постмілітарних об'єктів.....                                                     | 66 |
| 2.5. Етапи інтерактивного вебкартографування постмілітарних об'єктів.....                          | 68 |
| 2.6. Концептуальні та технологічні засади створення вебсервісу.....                                | 72 |

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Висновки до розділу 2.....                                                                            | 74  |
| РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ ВЕБСЕРВІСУ ПОСТМІЛІТАРНИХ<br>ОБ'ЄКТІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....                    | 76  |
| 3.1. Технологічне забезпечення вебсервісу.....                                                        | 76  |
| 3.1.1. Обґрунтування вибору стеку технологій для розроблення вебсервісу...                            | 79  |
| 3.2. Створення бази даних постмілітарних об'єктів .....                                               | 82  |
| 3.3. Тестування продуктивності вебсервісу в умовах навантаження.....                                  | 96  |
| 3.4. Опрацювання даних наземного лазерного сканування .....                                           | 97  |
| 3.4.1. Створення цифрової моделі постмілітарного об'єкта на<br>основі лазерного сканування.....       | 97  |
| 3.4.2. Інтеграція цифрової моделі постмілітарного об'єкта у<br>вебсервіс постмілітарних об'єктів..... | 106 |
| 3.5. Реалізація проєкту вебсервісу постмілітарних<br>об'єктів.....                                    | 111 |
| 3.6. Оцінка продуктивності вебсервісу постмілітарних об'єктів.....                                    | 125 |
| Висновки до розділу 3.....                                                                            | 130 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                         | 132 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                       | 135 |
| ДОДАТКИ.....                                                                                          | 153 |
| Додаток А.....                                                                                        | 153 |
| Додаток Б.....                                                                                        | 156 |
| Додаток В.....                                                                                        | 173 |
| Додаток Г.....                                                                                        | 175 |
| Додаток Д.....                                                                                        | 177 |
| Додаток Е.....                                                                                        | 179 |
| Додаток Ж.....                                                                                        | 180 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГІС – Геоінформаційна система

ДЗЗ – Дистанційне зондування Землі

НІГД – Національна інфраструктура геопросторових даних

СКП – Середньоквадратична похибка

СУБД – Система управління базами даних

ЦМР – Цифрова модель рель'єфу

API – Application Programming Interface (прикладний програмний інтерфейс)

AR – Augmented Reality (доповнена реальність)

CDN – Content Delivery Network (мережа доставки контенту)

CLS – Cumulative Layout Shift (сукупне зміщення макету)

CMS – Content Management System (система керування контентом)

CSS – Cascading Style Sheets (каскадні таблиці стилів)

DOM – Document Object Model (об'єктна модель документа)

ER – Entity-Relationship (сутність-зв'язок)

GIS – Geographic Information System (Геоінформаційна система)

GUID – Globally Unique Identifier (глобально унікальний ідентифікатор)

HTML – HyperText Markup Language (мова розмітки гіпертексту)

HSTS – HTTP Strict Transport Security (механізм, який примусово задіює захищене з'єднання через протокол HTTPS)

HTTPS – HyperText Transfer Protocol Secure (захищений протокол передавання гіпертексту)

INP – Interaction to Next Paint (час відгуку на взаємодію до наступного відтворення)

JS – JavaScript

LCP – Largest Contentful Paint (найбільше візуальне відтворення вмісту)

LTS – Long-Term Support (довгострокова підтримка)

MVP – Minimum Viable Product (мінімально життєздатний продукт)

NTS – NetTopologySuite (пакет топології для .NET)

PARC – Palo Alto Research Center (Дослідницький центр Пало-Альто)

SEO – Search Engine Optimization (пошукова оптимізація сайту)

SLA – Service Level Agreement (угода про рівень обслуговування)

SOAP – Simple Object Access Protocol

SPA – Single Page Applications (односторінкові застосунки)

SQL – Structured Query Language (структурована мова запитів)

TIN – Triangulated Irregular Network (триангуляційна нерегулярна мережа)

UDDI – Universal Description Discovery and Integration

URL – Uniform Resource Locator (уніфікований локатор ресурсу; вебадреса)



VR – Virtual Reality (Віртуальна реальність)

WSDL – Web Services Description Language

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Вибір теми дослідження обумовлений актуальною потребою у систематизації, збереженні та популяризації постмілітарних об'єктів, які є важливими складовими історико-культурної спадщини. Їхнє детальне дослідження та документування сприяє глибшому розумінню історико-культурних подій, еволюції військових технологій та соціальних процесів.

Традиційні методи картографування не можуть повною мірою передати складність і багатогранність цих об'єктів, враховуючи їхні історичний, культурний та сучасний контексти. Вебкартографування, яке базується на сучасних геоінформаційних системах (ГІС), забезпечує точніше й повніше відображення географічного розташування і фізичних характеристик об'єктів, а також інтеграцію багатосарової інформації, що включає текстові, графічні та візуальні дані. Це дозволяє створювати інформативні інтерактивні карти, які є інструментом для досліджень, освіти та популяризації історико-культурної спадщини.

Інтерактивні карти постмілітарних об'єктів дадуть змогу користувачам не лише отримувати доступ до комплексної інформації про ці об'єкти, але й здійснювати їх детальний аналіз та візуалізацію. Це сприяє підвищенню обізнаності широкого загалу про історичну цінність постмілітарних об'єктів, а також їх збереженню для майбутніх поколінь. Розроблення вебсервісу постмілітарних об'єктів є інноваційним та перспективним підходом, який поєднує в собі наукові дослідження, сучасні технології та практичну значущість для суспільства.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри картографії та геопросторового моделювання «Геоінформаційне картографування та створення ГІС. Математичне моделювання в геодезії, астрономії, геофізиці». Дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи «Теоретичні та методичні засади створення картографічних моделей» (державний реєстраційний номер

0118U001676).

**Мета досліджень** – розроблення методики інтерактивного вебкартографування постмілітарних об’єктів та виконання експериментально-дослідницьких робіт зі створення вебсервісу постмілітарних об’єктів Львівської області.

Для досягнення поставленої мети нам потрібно вирішити такі завдання:

- дослідити та класифікувати постмілітарні об’єкти;
- встановити підходи до вебкартографування постмілітарних об’єктів;
- вдосконалити методику збору та опрацювання просторових даних про постмілітарні об’єкти;
- обґрунтувати вибір технології, технічних засобів та програмного забезпечення для створення вебсервісу;
- розробити вебсервіс постмілітарних об’єктів Львівської області.

**Об’єктом дослідження** є постмілітарні об’єкти, що розташовані на території Львівської області.

**Предмет дослідження** – методичні засади і технологічні аспекти розроблення та створення вебсервісу постмілітарних об’єктів Львівської області.

**Методи дослідження.** Теоретичну та методологічну основу дослідження складають: загальнонауковий метод системного підходу, геоінформаційна концепція картографії, принципи реляційної бази даних та хронологічної бази даних, підходи до представлення географічних об’єктів, що змінюються у базі даних.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає у розробленні та обґрунтуванні методичних засад інтерактивного вебкартографування постмілітарних об’єктів Львівської області із застосуванням геоінформаційних технологій, що сприяє їхній систематизації та візуалізації, а також дозволяє підвищити доступність та ефективність використання геопросторових даних.

У дисертації сформульовано такі найбільш вагомні наукові результати:

- запропоновано методичні та технологічні засади вебкартографування постмілітарних об’єктів, які поєднують мультидисциплінарний підхід та

просторовий аналіз, семантичну класифікацію та інноваційні візуалізаційні методи;

- уперше розроблено та програмно реалізовано інтерактивний вебкартографічний сервіс для візуалізації, моніторингу та аналізу постмілітарних об'єктів;
- сформовано та практично реалізовано метод документування постмілітарних об'єктів історико-культурної спадщини за допомогою лазерного сканування та 3D-моделювання частково втрачених об'єктів;
- запропоновано комплексну методику збору, аналізу, опрацювання та візуалізації геодезичних, географічних, історичних, архітектурних даних про постмілітарні об'єкти, що сприяє збереженню історико-культурної спадщини;
- розроблено структуровану реляційну базу геоданих постмілітарних об'єктів Львівської області;
- впроваджено користувацько-орієнтований інтерфейс, що враховує особливості взаємодії, адаптивність до різних пристроїв, зрозумілий та доступний функціонал;
- адаптовано методику інтеграції геопросторових даних із різних джерел для повноти просторового аналізу постмілітарних об'єктів Львівської області.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблений вебсервіс може використовуватися краєзнавцями, туристами, істориками, урбаністами, архітекторами, представниками місцевих громад, для досліджень, просторового та часового аналізу, розвитку історико-культурного та мілітарного туризму, прийняття рішень щодо збереження та відновлення постмілітарних об'єктів.

Запропоновані методичні підходи та технологічні рішення можуть бути адаптовані для створення відповідних вебсервісів для інших регіонів України, забезпечуючи оптимальний підхід до вебкартографування та візуалізації даних про постмілітарні та історико-культурні об'єкти загалом. В перспективі можливе формування єдиної вебкартографічної мережі візуалізації об'єктів

постмілітарної спадщини з урахуванням регіональної специфіки, військово-історичного контексту, типологічної різноманітності та інших факторів.

**Особистий внесок здобувача.** Результати наукових досліджень, які представлені у дисертаційній роботі та виносяться на захист, виконані автором самостійно. Загалом за темою дисертації опубліковано 9 наукових праць. Основні положення та результати дисертаційної роботи, отримані автором, одноосібно опубліковано у 3 працях [48, 49, 50], а 6 – у співавторстві [51, 52, 173, 168, 169, 170]. Особистий внесок автора полягає у реалізації та інтеграції 3D-моделювання у вебкартографування постмілітарних об’єктів. У спільних публікаціях автору належить: розроблення методологічних засад інтерактивного вебкартографування постмілітарних об’єктів, зокрема у визначення принципів, підходів та виборі технологічних рішень.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати наукових досліджень, що включені до дисертації, доповідались і обговорювались на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, зокрема на Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «GeoTerrace» (м. Львів, Україна) у 2021, 2022, 2024 рр., Міжнародній науковій конференції «Фактор простору в історичних дослідженнях» (Переяслав, Україна) у 2022 р.

**Публікації.** Основні положення дисертації опубліковано у 9 наукових працях. Серед них: 3 публікації у наукових фахових виданнях України, 3 публікації у наукових виданнях, які додатково відображають наукову цінність дисертації, 3 публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації та які додатково відображають наукові результати дисертації.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, трьох розділів основної частини, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 180 сторінок, у тому числі 116 сторінки основної частини, включаючи 78 рисунків, 5 таблиць, 196 позиції списку літератури та 7 додатків.

## **РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ НАПРЯМИ ВЕБКАРТОГРАФУВАННЯ**

### **1.1. Вебкартографування як високотехнологічний напрям сучасного картографування**

#### **1.1.1. Сутність і переваги вебкартографування**

В останні десятиліття картографія, як наука, значно змінилася під впливом інноваційних технологій та зростаючих потреб користувачів. Процес трансформації зачепив як методи створення карт, так і способи їх представлення та використання. Від традиційних паперових карт картографія еволюціонувала до цифрових форматів, які забезпечують значно більшу гнучкість та функціональність. Однією з ключових віх у цьому процесі стало виникнення та широке поширення вебкартографування, яке стало революційним кроком вперед для галузі. Цей напрям відображає сучасні тенденції у розвитку картографії та технологій, зокрема, цифровізацію, мобільність та персоналізацію. Цифровізація сприяє переходу від статичних карт до інтерактивних та адаптивних, що можуть реагувати на потреби користувачів у реальному часі. Мобільність дозволяє користувачам отримувати доступ до картографічної інформації з різних пристроїв, включаючи смартфони та планшети, що значно підвищує їхню зручність та доступність. Персоналізація, у свою чергу, дозволяє створювати індивідуалізовані картографічні рішення, які відповідають специфічним потребам окремих користувачів або груп.

Якщо цифрова карта – карта на комп'ютері, то вебкарта залежить від Інтернету. Зазвичай це інтерактивна карта і не завжди самодостатня, тобто може посылатись на компоненти з інших місць в Інтернеті.

Вебкартографування – це процес проєктування, реалізації, створення та надання карт у Всесвітній мережі [156].

Вебкартографування значно виходить за рамки свого буквального значення, охоплюючи як аспект надання послуг, так і споживання. Карти, доступні у Всесвітній мережі, виконують різні функції залежно від типу користувача, який

обслуговується; інтерактивне вебкартографічне програмне забезпечення дозволяє користувачам самостійно взаємодіяти з онлайн-картами. [171].

Виділимо інтерактивне вебкартографування, основними характеристиками якого є можливість користувача масштабувати карти, змінювати їхній вміст, застосовувати фільтри, отримувати додаткову інформацію через спливаючі вікна, здійснювати просторові запити, прокладати маршрути та виконувати аналіз просторових даних безпосередньо у браузері. Це досягається завдяки інтеграції вебтехнологій (HTML, CSS, JavaScript), баз даних, API-сервісів та геоінформаційних систем (ГІС).

Інтерактивне вебкартографування забезпечує персоналізацію подачі географічних даних та є важливим інструментом у науках про Землю, просторовому плануванні, управлінні ресурсами, туризмі та інших галузях, де візуалізація і аналіз просторової інформації відіграють ключову роль.

Датою «народження» вебкартографії вважається 1993 р., коли вперше було запущено вебсервіс Xerox PARC Map Viewer. Розроблений Стівом Путцем у дослідницькому центрі Palo Alto корпорації Xerox (PARC), вебсервіс дозволяв користувачам надсилати запити з браузера до сервера, щоб отримувати фрагменти карт у форматі GIF [167]. Додаток став основою більшості веб-ГІС (рис. 1.1).

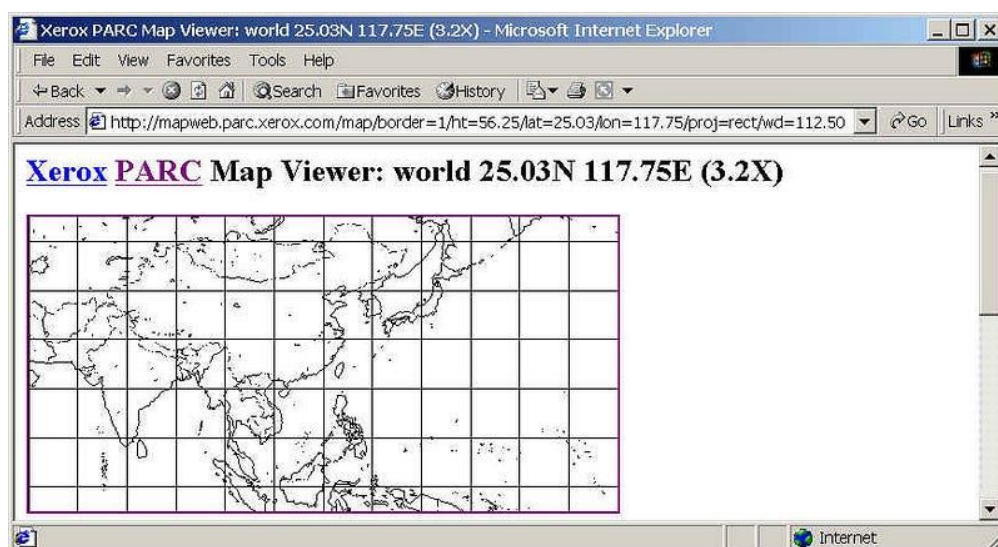


Рис. 1.1. Вебсервіс Xerox PARC Map Viewer [167]

Розвиток вебкартографії розпочався з появи World Wide Web (1989) і перших серверів карт (1993-1994), що дозволили інтерактивне відображення географічних даних. У 1995-2000 рр. були створені перші веб-ГІС (MapGuide, MapQuest, UMN MapServer), а розвиток стандартів та відкритого коду сприяв поширенню геопорталів та інтернет-атласів. У 2004-2010 рр. запущено OpenStreetMap, Google Maps, Mapbox, що революціонізували цифрову картографію, а з 2011 р. з'явилися WebGL, Leaflet, Cesium, які покращили інтерактивність та 3D-візуалізацію, закріпивши домінування картографічних сервісів у вебзастосунках. Запуск Apple Maps (2012) та ArcGIS Online (2014) закріпив вплив векторних тайлів та хмарних ГІС. У 2020 р. Huawei запустила Petal Maps, розширивши конкуренцію у сфері мобільної картографії.

Хронологію розвитку вебкартографування подано у додатку А.

Архітектура, яка демонструє взаємодію між основними компонентами вебсервісної системи представлена на рис. 1.2. Вона складається з трьох основних учасників: клієнт послуг (Service Requester), постачальник послуг (Service Provider) та посередник (Service Broker) [87].

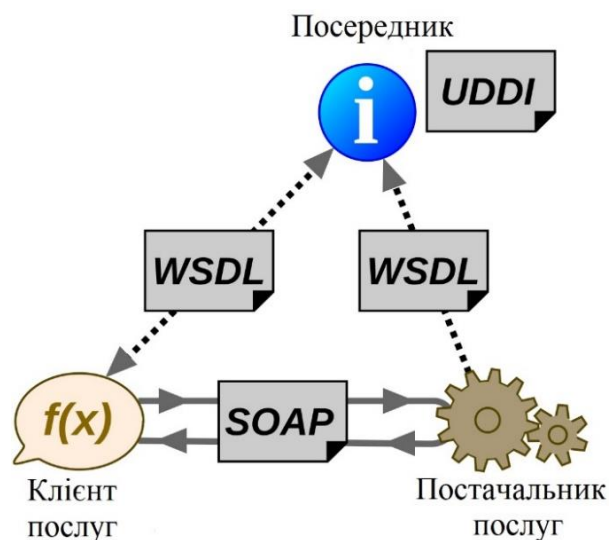


Рис. 1.2. Архітектура вебсервісу [87]

У таблиці 1.1 представлено узагальнену характеристику основних компонентів вебсервісної архітектури, а також описано стандарти й послідовність процедур, які забезпечують їхню взаємодію. Виділено UDDI, WSDL і SOAP, які виступають ключовими технологічними складовими



веборієнтованої комунікації, забезпечуючи формалізований опис сервісів, їхню публікацію в реєстрах і обмін повідомленнями між системами [87].

*Таблиця 1.1*

Основні компоненти та процеси взаємодії у вебсервісній архітектурі [87]

| <i><b>Компоненти</b></i>               | <i><b>Опис</b></i>                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Клієнт послуг (Service Requester)      | Клієнт або програма, яка шукає та використовує вебсервіс. Він використовує функцію $f(x)$ , щоб знайти та запитати необхідний вебсервіс.                                                                                          |
| Постачальник послуг (Service Provider) | Сервер або програма, яка надає вебсервіс. Постачальник послуг публікує свій сервіс та забезпечує його доступність для клієнтів.                                                                                                   |
| Посередник (Service Broker)            | Це реєстр або каталог, який містить інформацію про доступні вебсервіси. Він дозволяє клієнтам послуг знаходити необхідні сервіси.                                                                                                 |
| <i><b>Опис процесу взаємодії</b></i>   |                                                                                                                                                                                                                                   |
| UDDI                                   | Стандарт для публікації та пошуку вебсервісів. <br> Постачальник послуг реєструє свій сервіс у посередника за допомогою UDDI.                                                                                                     |
| WSDL                                   | XML-формат для опису вебсервісів. Постачальник послуг використовує WSDL для опису методів, які надає вебсервіс, і параметрів, які ці методи приймають. <br> WSDL-документи доступні як для посередника, так і для клієнта послуг. |
| SOAP (Simple Object Access Protocol)   | Протокол обміну повідомленнями для комунікації між клієнтом і постачальником послуг. Клієнт послуг відправляє запити до вебсервісу та отримує відповіді за допомогою SOAP.                                                        |
| <i><b>Послідовність взаємодії</b></i>  |                                                                                                                                                                                                                                   |
| Реєстрація сервісу                     | Постачальник послуг реєструє свій вебсервіс у посередника за допомогою UDDI. Інформація про сервіс, включаючи його WSDL-опис, стає доступною для клієнтів послуг.                                                                 |
| Пошук сервісу                          | Клієнт послуг звертається до посередника (Service Broker), щоб знайти необхідний вебсервіс. Посередник надає WSDL-опис сервісу.                                                                                                   |
| Використання сервісу                   | Клієнт послуг використовує WSDL для формування запиту до вебсервісу. Запит і відповідь передаються між клієнтом і постачальником послуг за допомогою SOAP.                                                                        |

Вебкартографія базується на різноманітних технологіях, які працюють як на стороні сервера, так і на стороні клієнта, показано у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

## Технології вебкартографічного середовища

| Категорія             | Підкатегорія                              | Опис                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Серверні технології   | Геоінформаційні сервери (GIS-сервери)     | MapServer, GeoServer, QGIS Server: забезпечують публікацію просторових даних і надання картографічних сервісів (WMS, WFS, WMTS).<br>ArcGIS Server: платформа для управління геоданими, аналітика та створення вебкарт.                        |
|                       | Просторові бази даних                     | PostgreSQL/PostGIS, Oracle Spatial, MySQL Spatial: дозволяють зберігати, запитувати та аналізувати просторові дані (точки, лінії, полігони).<br>Підтримують просторові індекси для ефективного опрацювання великих обсягів геоданих.          |
|                       | Вебсервіси для обміну даними              | WMS (Web Map Service): для передачі растрових карт як зображень.<br>WFS (Web Feature Service): для роботи з векторними об'єктами (передача геометрії та атрибутів).<br>WMTS (Web Map Tile Service): для розповсюдження карт у вигляді тайлів. |
|                       | Серверні технології для опрацювання даних | GDAL/OGR: бібліотеки для роботи з різними форматами геоданих.<br>TileStache, Mapnik: для генерації та опрацювання картографічних плиток.                                                                                                      |
|                       | API та сервіси хмарних платформ           | Google Maps Platform, Mapbox, HERE Maps: надають хмарні картографічні сервіси для інтеграції карт у вебдодатки.                                                                                                                               |
| Клієнтські технології | Вебкартографічні бібліотеки               | Leaflet: JavaScript-бібліотека для інтерактивних карт.<br>OpenLayers: бібліотека для роботи з різними типами геоданих і сервісів (WMS, WMTS, WFS).<br>Mapbox GL JS: для роботи з векторними плитками та для динамічного стилювання карт.      |
|                       | Технології візуалізації даних             | SVG (Scalable Vector Graphics): для рендерингу векторних даних у браузері.<br>Canvas: дозволяє малювати складні графічні об'єкти на основі растрових даних.<br>WebGL: використовується для 3D-візуалізації просторових даних.                 |

|                         |                                       |                                                                                                                                                                          |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | Фреймворки для інтерактивних додатків | React, Angular, Vue: для створення інтерактивних вебінтерфейсів, які працюють з картографічними API.<br>D3.js: для створення аналітичної візуалізації даних поверх карт. |
|                         | Клієнтські API для геолокації         | Geolocation API: для визначення місцезнаходження користувача.<br>Routing API, Geocoding API: для розрахунку маршрутів і геокодування (конвертація адрес у координати).   |
| Інтеграційні технології | Протоколи обміну даними               | REST, SOAP: для забезпечення взаємодії між серверними та клієнтськими компонентами.<br>JSON, GeoJSON: формати для обміну геопросторовими даними.                         |
|                         | Хмарні технології                     | AWS, Azure, Google Cloud: хостинг картографічних даних і обчислювальних сервісів для опрацювання геоданих.                                                               |

Порівняно із паперовими картами, вебкарти мають значні переваги, що роблять їх ефективними та практичними для користувачів у сучасному світі:

- **Доступність**: вебкарти доступні 24/7 з будь-якого пристрою, що має підключення до Інтернету. Це означає, що користувачі можуть отримувати актуальну географічну інформацію в будь-який час і в будь-якому місці, що значно розширює можливості їх використання [101];

- **Інтерактивність**: на відміну від традиційних паперових карт, вебкарти можуть бути інтерактивними. Користувачі мають можливість масштабувати, переміщати карту, вмикати та вимикати різні шари, виділяти об'єкти та взаємодіяти з ними. Це надає можливість персоналізувати картографічний досвід, адаптуючи його до конкретних потреб та інтересів. Інтерактивність також робить вебкарти ефективними інструментами для навчання, аналізу та презентацій, дозволяючи легко досліджувати складні географічні явища та взаємозв'язки [96];

- **Оновлення в реальному часі**: вебкарти можуть оновлюватися в реальному часі, що забезпечує користувачам найактуальнішу інформацію [122]. Це особливо важливо для динамічних даних, таких як погодні умови, рух транспорту або надзвичайні ситуації. Наприклад, вони можуть допомогти водіям

обирати альтернативні маршрути під час заторів, а рятувальникам – знаходити найоптимальніші шляхи до місць подій;

- **Інтеграція з іншими технологіями:** вебкарти легко інтегруються з іншими технологіями та сервісами, такими як геолокація, соціальні мережі, або аналітичні платформи. Це дозволяє створювати складні системи з функціями пошуку, прогнозування, моніторингу тощо. Інтеграція з геолокаційними сервісами, наприклад, дозволяє вебкартам надавати користувачам контекстно-залежну інформацію, що підвищує їх корисність та релевантність [195];

- **Спільне картографування:** процес, у якому користувачі співпрацюють, щоб створити та вдосконалити карту. Прикладами таких проєктів є OpenStreetMap або спільнота Google Earth. Як і в інших відкритих проєктах, забезпечення якості є надзвичайно важливим, оскільки від цього залежить надійність та корисність картографічної інформації [135];

- **Економічність:** є економічно вигідними, оскільки вони не потребують матеріалів для друку та можуть легко оновлюватися без необхідності створювати нові фізичні копії [195];

- **Геоаналіз:** вебкартографування дозволяє користувачам не просто переглядати дані, а й проводити різноманітні геоаналітичні операції. Це може включати в себе розрахунок відстаней, аналіз просторових залежностей, прогнозування та моделювання [155];

- **Демократизація географічної інформації:** вебкартографування дозволяє будь-якому користувачу не тільки переглядати, але й створювати та ділитися власними картами. Це призвело до зростання географічного контенту, створеного користувачами, та демократизації доступу до географічної інформації [163].

### 1.1.2. Типи вебкарт

Перша класифікація вебкарт була запропонована голландським картографом Менно-Ян Крааком професором геовізуальної аналітики та картографії факультету геоінформаційних наук та спостереження Землі університету Твенте у 2001 р. [123]. Учений розрізняв статистичні та

динамічні вебкарти, які у свою чергу поділяв на ті, що лише для перегляду, та інтерактивні (рис. 1.3).

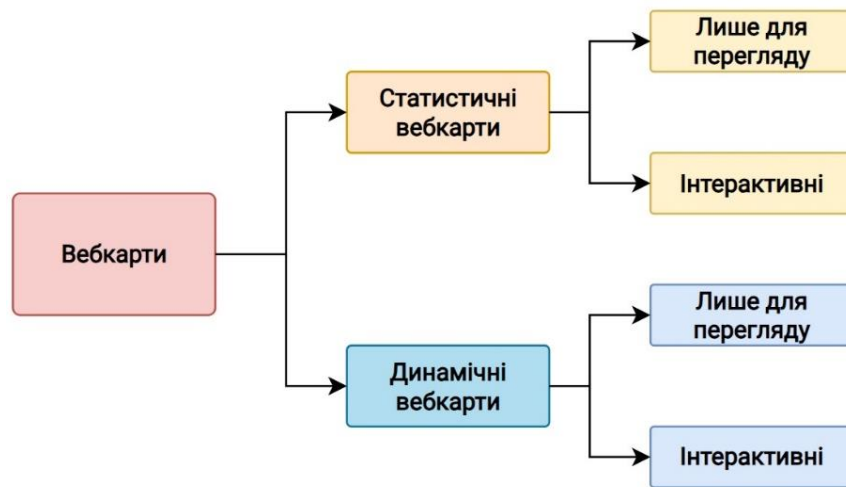


Рис. 1.3. Класифікація вебкарт Менно-Ян Краака [123]

На сьогодні кількість типів вебкарт зросла, відображаючи розвиток технологій та різноманітність застосувань. Тепер вебкарти можуть бути аналітичними, анімованими, працювати в режимі реального часу, бути спільними, статичними, включати онлайн-атласи. Це розширення типології підкреслює як еволюцію вебкартографії, так і різноманітність потреб, які ці карти задовольняють у різних галузях.

Виділяють такі типи вебкарт [177]:

- **Аналітичні вебкарти:** пропонують аналіз ГІС. Геодані, які можуть бути статичними або оновлюватися, забезпечують можливості аналізу геопросторових даних. Вони дозволяють користувачам проводити різні види просторового аналізу, від обчислення площ та відстаней до складних геостатистичних моделювань.

- **Анімовані та в режимі реального часу:** показують ситуацію явища в реальному часі (лише кілька секунд або хвилин затримки). Зазвичай вони анімовані. Дані збираються сенсорами, а карти створюються або оновлюються з регулярними інтервалами або за запитом. Вони корисні для відображення динамічних явищ, таких як погода, рух транспорту або надзвичайні ситуації.

- **Спільні вебкарти:** у приватному програмному забезпеченні або програмному забезпеченні для спільної роботи із відкритим кодом користувачі

співпрацюють, щоб створювати та покращувати роботу вебкарт. Деякі спільні вебкартографічні проекти: Google My Maps, Map Creator, OpenStreetMap, WikiMapia, meta:Maps та інші.

- **Онлайн-атласи:** зібрання карт, що охоплюють певний період часу, як-от оглядові карти, тематичні карти та географічна інформація.

- **Статичні вебкарти:** зображення карт, які не мають інтерактивності чи можливості оновлення. Часто використовуються для ілюстрації певних географічних явищ або для надання загальної інформації про місцевість. Типовими графічними форматами для статичних вебкарт є PNG, JPEG, GIF або TIFF (наприклад, drg) для растрових файлів, SVG, PDF або SWF для векторних файлів.

## **1.2. Вебкартографування в Україні: сучасні тенденції та застосування**

### **1.2.1. Вітчизняний досвід вебкартографування**

Україна як і багато інших країн, активно розвиває сферу вебкартографії. Це помітно у широкому спектрі застосувань технологій для відображення географічної інформації та використання інтерактивних карт для вирішення конкретних завдань у різних сферах.

Сучасні вітчизняні вебкартографічні проекти часто використовуються для вирішення соціальних проблем, таких як моніторинг природних ресурсів, оцінка екологічних ризиків або управління міським плануванням. Наприклад, проекти з моніторингу якості повітря або управління транспортними системами використовують вебкартографічні технології для надання актуальної інформації та підтримки прийняття рішень.

Важливу роль у розвитку вебкартографії в Україні відіграють навчальні заклади та дослідницькі організації, які проводять наукові дослідження та впроваджують інновації в цій галузі. Вони сприяють впровадженню нових технологій, розробленні програмного забезпечення та підготовці фахівців, здатних вирішувати сучасні завдання вебкартографії.

Україна також активно долучається до глобальних ініціатив та стандартів у сфері вебкартографії, підтримуючи міжнародні протоколи, зокрема стандарти OGC (Open Geospatial Consortium), що забезпечують сумісність геопросторових сервісів із міжнародними нормами [176]. Це дозволяє інтегрувати вітчизняні картографічні системи у глобальні інформаційні мережі, сприяючи розвитку геоінформаційних технологій як у державному, так і в приватному секторі.

Функціонують великі державні геоінформаційні портали, такі як «Публічна кадастрова карта України», НІГД, Геопортал Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, геоінформаційний портал «Chornobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve».

Для моніторингу воєнних дій особливо важливою є інтерактивна карта DeepStateMap.live, яка забезпечує актуальну інформацію про проходження лінії фронту та про наявну військову ситуацію [99].

Інтерактивні карти використовуються і в галузі транспорту, наприклад, у сервісах «EasyWay» чи «Київ Цифровий», що відображають маршрути громадського транспорту, або в проєктах для туризму, як-от «Visit Ukraine», які допомагають планувати подорожі та відкривати нові туристичні маршрути.

Використання вебкартографії для відображення історичних та культурних даних в Україні відкриває нові можливості для істориків, культурологів, дослідників та загальної громадськості. Вебкарти стають важливим інструментом для збору, зберігання та візуалізації даних, які стосуються історії та культури України. Такі проєкти («Карта Голодомору» та «Історичні мапи України») демонструють, як вебкартографія може бути інструментом для збору, зберігання та візуалізації даних, пов'язаних з історико-культурною спадщиною.

Постачальниками геоданих в Україні виступають зокрема, ТОВ «ТВІС ЮКРЕЙН» єдиний в Україні супермаркет супутникових знімків. Активно діють також «Візіком», ТОВ «Люксена», ТОВ «Трансавіком», «EOS Data Analytics», ТОВ «ГІСІНФО» та інші.

### 1.3. Вебкартографування постмілітарної спадщини

Вебкартографування історико-культурної спадщини зосереджується на створенні інтерактивних карт та геопорталів, що відображають пам'ятки, архітектурні об'єкти та археологічні зони. Вебкартографування є не лише засобом візуалізації історико-культурних об'єктів, а й важливим інструментом їхньої цифрової документації, моніторингу та аналізу змін у часі.

Окрім збереження та обліку, вебкартографування сприяє розвитку туристичної індустрії, дозволяючи користувачам отримувати інтерактивний доступ до історичної та культурної інформації. Додатково вебкартографічні ресурси можуть використовуватися для управління культурною спадщиною, зокрема для розроблення стратегій охорони та реставрації пам'яток. Вони також є ефективним інструментом у містобудівному плануванні, оскільки дозволяють оцінювати вплив урбаністичних процесів на історичні об'єкти.

У поєднанні з технологіями доповненої та віртуальної реальності вебкартографування відкриває нові можливості для інтерактивного вивчення історико-культурної спадщини, забезпечуючи поглиблене занурення у контекст певної епохи чи події.

Одним із напрямів вебкартографування історико-культурної спадщини є вебкартографування постмілітарних об'єктів. Постмілітарні об'єкти відображають військову історію регіонів, зміни в стратегічному плануванні та вплив військових конфліктів на розвиток суспільства. Ці об'єкти, які колись мали ключове значення для оборони чи безпеки, сьогодні виступають як важливі свідчення минулого, що мають наукову, культурну та туристичну цінність. Їх дослідження дозволяє краще зрозуміти історичний контекст, технологічний розвиток військової справи та трансформацію просторових структур.

**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 [59].

Вивчення таких об'єктів здійснюється через міждисциплінарні підходи, що включають історичний аналіз, археологічні розкопки, геоінформаційні



технології, методи архітектурної реконструкції, ландшафтні дослідження. Особливого значення набуває вебкартографування постмілітарних територій, що дозволяє створювати реляційні бази даних для їхнього подальшого моніторингу та збереження.

*Вебкартографування постмілітарних об'єктів* – це процес використання онлайн-технологій для створення, аналізу та представлення карт, що візуалізують історичні та сучасні характеристики об'єктів, які раніше використовувались у військових цілях, але на сьогодні втратили своє призначення або ліквідовані [170].

Запропоноване розширене визначення висвітлює сутність вебкартографування постмілітарних об'єктів, підкреслюючи його важливість у збереженні історико-культурної пам'яті, наукової цінності, туристичної складової. Особливістю цього процесу є інтеграція різноманітних джерел даних, включаючи історичні дані, фото, плани і сучасні геопросторові дані, та подальша їх візуалізація у вигляді інтерактивних карт, доступних для широкого загалу через Інтернет.

### **1.3.1. Вітчизняний досвід дослідження та візуалізації постмілітарної спадщини**

Проблематика постмілітарних об'єктів в Україні залишається недостатньо дослідженою. Незважаючи на значний науковий і культурний потенціал цих об'єктів, систематичні дослідження та їхня популяризація розпочалися відносно недавно. В останні роки спостерігається поступове зростання інтересу до вивчення постмілітарних об'єктів, що зумовлено як розвитком історичних і краєзнавчих досліджень, так і активізацією ініціатив, спрямованих на їх збереження та інтеграцію в сучасний суспільний простір.

З розвитком цифрових технологій та соціальних мереж відбувається активне поширення інформації про постмілітарні об'єкти. Це сприяє їхній популяризації та залученню громадськості до їхнього вивчення та збереження. Дедалі більше організацій і дослідників використовують аерокосмічне знімання,

3D-модельовання, цифрове картографування та віртуальні екскурсії для представлення таких об'єктів у глобальному інформаційному просторі.

Окремі постмілітарні об'єкти мають значний туристичний потенціал і можуть бути інтегровані в регіональні туристичні маршрути. Їх адаптація для культурного та екскурсійного використання може сприяти розвитку місцевої економіки, залученню інвестицій та розширенні тематичного туризму (зокрема, мілітарі, військового, індустриального, урбаністичного туризму) [20].

Водночас, ставлення до постмілітарних об'єктів у суспільстві залишається неоднозначним. Частина таких об'єктів сприймається як залишки небажаного історичного минулого, що спричиняє їхню руйнацію або занедбаність. Відсутність єдиної державної стратегії щодо збереження та використання цих об'єктів, а також правові та бюрократичні обмеження часто ускладнюють процеси їхньої охорони та реставрації.

З огляду на багату військову історію, Україна, подібно до інших держав, поступово приходить до усвідомлення цінності покинутих військових об'єктів як частини історико-культурної спадщини. Вони дедалі частіше розглядаються не лише як сліди минулого, а як важливий туристичний елемент, що потребує збереження, обліку та інтеграції в сучасний туристичний простір [74]. Важливим напрямом подальших досліджень є розроблення системного підходу до їхнього обліку, документування та інтеграції в культурно-туристичний простір країни.

Серед українських науковців увагу розвитку воєнного туризму приділяють А.В. Мельник [32], І.І. Винниченко [7], [9], О.О. Любіцева [31], Ю.І. Чикайло [71], М.П. Кляп, Ф.Ф. Шандор [24]. Дослідження вебкартографування природної та культурної спадщини проводять в Інституті географії НАН України, зокрема К.А. Поливач [44], [45], [46]. Також зазначимо дослідження Є.А. Іванова, Б.В. Четверікова [65], [66], [67], [68], [69], [70].

А. Мельник визначає *військовий туризм* як різновид туризму, метою якого є відвідування місцевості, пов'язаної з військовими та воєнними діями [32]. М. Кляп та Ф. Шандор пропонують таке визначення: *військовий туризм* (воєнний туризм, мілітарі-туризм, зброярський туризм) – це туризм на місцях

боїв і історичних битв для всіх зацікавлених, а також для ветеранів і родичів загиблих воїнів, відвідування існуючих та історичних військових об'єктів і полігонів, бойових морських кораблів, підводних човнів, катання на військовій техніці, стрільба зі зброї на полігонах і в тирах, участь у військових навчаннях та маневрах, перебування на полігонах в якості глядачів – military tour, до таких також можна віднести і тури щодо відвідування воєнних концтаборів та в'язниць [24]. І. Винниченко висвітлив проблеми та перспективи розвитку воєнного туризму в Україні, зважаючи зокрема на зарубіжний досвід. Його дослідження полягали в синтезі та аналізі відповідних друкованих та інтернет-джерел із застосуванням картографічного методу [10]. Як результат охарактеризував чинні умови функціонування воєнного туризму в порівнянні із зарубіжним досвідом, виокремив проблеми та висвітлив перспективи розвитку цього виду туризму, зокрема запропонував тур «*Україна фортифікаційна*» (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Зображення туру «Україна фортифікаційна» [10]

Володимир Омелюх створив карту пам'яток і цікавих місць «*Що подивитись – Україна*» [37]. До карти включені фортеці, замки, музеї, пам'ятки архітектури та садово-паркового мистецтва, релігійні споруди і просто цікаві природні місця.

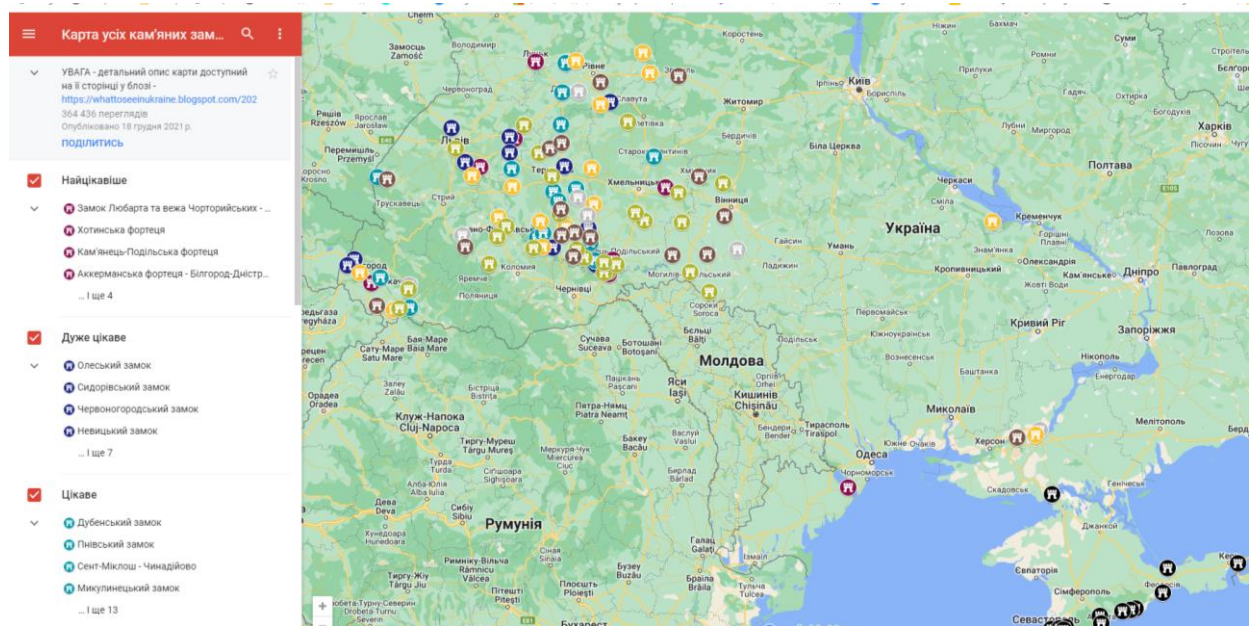


Рис. 1.10. Інтерактивна карта «Кам'яні замки і фортеці (зведені до 1800р.)» [37]

У реалізації інтерактивної карти «Що подивитись – Україна» взято за основу картографічний інтерфейсу Google Maps API, зокрема із застосуванням Google Places Library для доступу до геопросторових даних. Для перегляду із мобільних пристроїв використано елементи адаптивної верстки, такі як viewport meta-тег та підтримка масштабування на мобільних пристроях. Візуальна частина проєкту забезпечується за рахунок використання Google Fonts API, CSS і HTML5. Інтеграція Open Graph Protocol та Twitter Cards забезпечує коректну візуалізацію й підвищену інформативність контенту під час його поширення в соціальних мережах. У проєкті передбачено заходи веббезпеки, зокрема використання Content Security Policy, X-Frame-Options та X-XSS-Protection. Зберігання та відправлення статичних ресурсів здійснюється через сервіси Google Cloud Storage і GStatic. Ці технічні рішення забезпечують створення повноцінної та доступної інтерактивної вебкарти.

В Україні створено і карту націоналістичного підпілля часів Другої світової війни [184]. Дана інтерактивна карта охоплює усі області та просування руху опору у 1941-1943 рр. Мапа демонструє мережу Організації українських націоналістів-бандерівців, від обласного рівня до рівня районів (рис. 1.11). Користувач матиме візуальне уявлення про розгалуженість підпілля ОУН, як рухались похідні групи і наскільки далеко сягав вплив українських націоналістів.



Осередки існували навіть у далеких від націоналізму Донецькій і Луганській областях, на Дніпропетровщині, Харківщині, у Криму. Проєкт має потужну інформаційну базу та історичну складову, включаючи історичні фотоматеріали.

Реалізація *«Інтерактивної мапи ОУН»* стала можливою завдяки співпраці Центру досліджень визвольного руху, видання Texty.org.ua й Олександра Оксимця та відбувся за підтримки Українського культурного фонду [184].

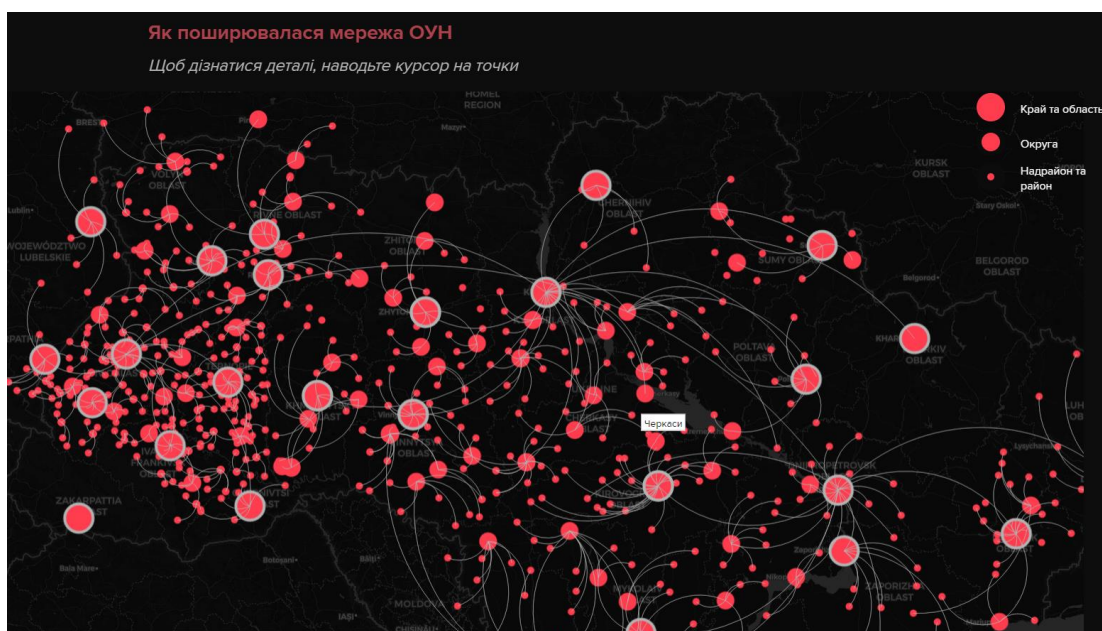


Рис. 1.11. Інтерактивна карта мережі ОУН у 1941-1943 pp. [184]

Платформу CARTO (CartoDB) використано як основу картографічного інтерфейсу з метою візуалізації та аналізу просторових даних. Для забезпечення вимірювання взаємодії користувачів використано Google Analytics 4, Facebook Pixel та інші аналітичні інструменти, які дозволяють відстежувати дії користувачів, ефективність реклами і соціальних взаємодій.

Google Tag Manager спрощує керування тегамі без втручання в код, а jsDelivr CDN відповідає за ефективне завантаження JavaScript-бібліотек. У проєкті реалізовано інтеграцію Facebook SDK, Twitter Cards, Open Graph Protocol та Instagram, що сприяє розширенню охоплення в соціальних мережах і популяризації контенту. Для візуалізації даних використано jQuery, Underscore.js, Font Awesome та ECharts.

З метою підвищення безпеки реалізовано низку захисних механізмів, зокрема Subresource Integrity (SRI), Content Security Policy, X-Frame-Options,

Referrer Policy та інші. Вебресурс відповідає сучасним вебстандартам, включаючи підтримку HTML5, JSON-LD, Unicode (UTF-8) та каскадних таблиць стилів. Мобільна оптимізація контенту забезпечується за рахунок впровадження адаптивної верстки та використання спеціалізованих meta-тегів. Серверне забезпечення побудовано на базі nginx та Varnish, стабільне функціонування системи та ефективну обробку запитів.

Ключовими напрямками дослідження постмілітарних об'єктів в Україні є:

1. *Історичний контекст*: вивчення історії створення, використання і занепаду цих об'єктів з метою зрозуміти їхній вплив на соціально-економічний розвиток регіонів.
2. *Туристична цінність*: розвиток та перспективи мілітарі-туризму, як напряму екстремального та пізнавально-розважального туризму.
3. *Архітектурна цінність*: деякі з цих споруд мають унікальні архітектурні особливості, які можуть бути предметом зацікавлення для спеціалістів.
4. *Реабілітація та реінтеграція*: розгляд можливостей використання цих об'єктів для сприяння розвитку місцевих громад.
5. *Екологічний аспект*: оцінка впливу покинутих мілітарних об'єктів на навколишнє середовище і можливість їхньої рекультивації.

### **1.3.2. Зарубіжний досвід дослідження та візуалізації постмілітарної спадщини**

У світі різноманітність проєктів із вебкартографування постмілітарних об'єктів є досить значною, що відображає великий інтерес до цієї тематики. Дослідження та проєкти у цій сфері знаходяться на більш високому рівні за кордоном, ніж в Україні, завдяки більшій увазі до збереження військової спадщини, наявності доступу до технологій та міждисциплінарному підходу до вивчення цих об'єктів. Такі проєкти дозволяють не лише зберігати і вивчати історію, але й сприяють розвитку туризму, освіти та наукових досліджень. Вони є цінним інструментом для розуміння історії та сучасності, а також для підвищення обізнаності про значення та потенціал постмілітарних об'єктів.



Для створення інтерактивної карти використано Leaflet JS у зв'язці з OpenStreetMap. Вебсайт створено на основі WordPress CMS із багатомовною підтримкою, реалізованою через WPML Multilingual і hreflang-теги, що дозволяє користувачам взаємодіяти з ресурсом латиською, литовською, англійською та російською мовами. У межах аналітичного супроводу впроваджено інтеграцію Google Analytics 4 та Google Tag Manager, які забезпечують моніторинг користувацької активності, джерел трафіку та результативності інформаційної кампанії. Для оптимізації швидкодії вебплатформи застосовуються мережі доставки контенту (CDN) — jsDelivr і UNPKG.

Інтерфейс платформи доповнено графічними та інтерактивними компонентами, реалізованими з використанням jQuery, jQuery Masonry, Lightbox, а також технологій CSS і HTML5. Адаптацію до мобільних пристроїв забезпечено за рахунок відповідних meta-тегів і адаптивної верстки. Захист ресурсу реалізовано через механізм Subresource Integrity, а функціонування підтримується серверним середовищем Apache.

Ще одним прикладом інтерактивної карти замків є сайт ***castlexplorer.co.uk***. Тут автори описують та показують на інтерактивній карті замки Англії, Шотландії та Уельсу [92]. Окрім цього країни поділено на регіони (рис. 1.13). Саймон Робінс та Джина Робінс створили даний сайт та інтерактивну карту з метою відкриття чогось нового для себе, як для місцевих, так й іноземців. Частина із представлених об'єктів усім відомі та легкодоступні, інші ж – майже забуті руїни.

Основною системою збору статистики на сайті є Google Analytics, зокрема версія Universal Analytics, яка дозволяє відстежувати взаємодії користувачів через гнучкі JavaScript-запити (analytics.js).

Продуктивність ресурсу підвищується завдяки Cloudflare CDN — системі доставки контенту, яка також відповідає за хостинг, DNS і оптимізацію швидкості завантаження. Додатково, сайт підтримує протокол HTTP/3 (Alt-Svc), що покращує продуктивність з'єднання.



Сторінки побудовано з використанням HTML5, кодування UTF-8 і CSS для верстки, а також JavaScript як мову програмування. Застосовано метадані — Meta Description і Meta Keywords для покращення пошукової індексації. Використано Image Map — HTML-тегу для створення клікабельних зон на зображеннях.

Застосовані рішення свідчать про орієнтування розробників на забезпечення сумісності, адаптивності та зручності використання шляхом інтеграції відкритих і технологічно перевірених вебстандартів.



Рис. 1.13. Інтерактивна карта CastleXplorer [92]

Понад 84 тисячі польських пам'яток внесено на інтерактивну карту <http://mapy.zabytek.gov.pl>, доступну завдяки Національному інституту спадщини (Narodowy Instytut Dziedzictwa, NID) (рис.1.14). Серед них — історичні пам'ятки, об'єкти Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО, нерухомі пам'ятки та археологічні об'єкти [152].

Публічний геопортал функціонує в нинішньому вигляді з 2014 р. Перелік пам'яток оновлюється кожні шість місяців. Він не є джерелом інформації про всі пам'ятки в Польщі, адже, наприклад, лише археологічних об'єктів у країні налічується близько 450 тисяч. Портал містить відомості про об'єкти, внесені до

реєстру — особливо цінні пам'ятки, які перебувають під спеціальною правовою охороною.

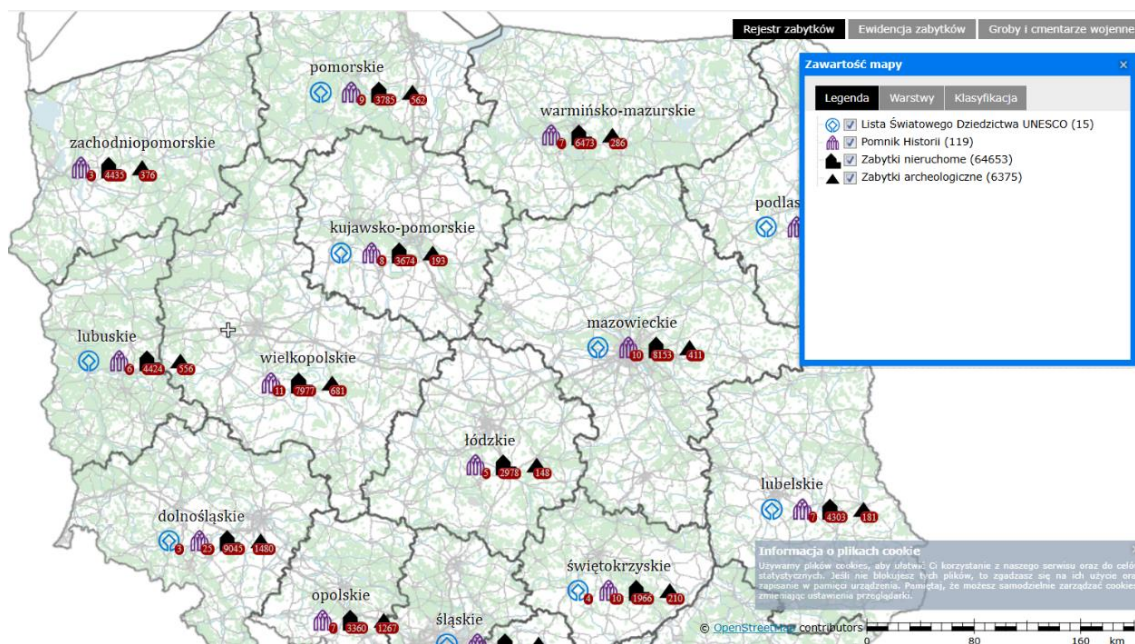


Рис. 1.14. Інтерактивна карта польських пам'яток NID [152]

Інтернет-користувачі можуть шукати пам'ятки за багатьма критеріями — зокрема за назвою конкретних нерухомих об'єктів, таких як палаці, релігійні або промислові комплекси, об'єкти транспортної інфраструктури та інші. Серед інших категорій — історичні пам'ятки, об'єкти ЮНЕСКО та археологічні об'єкти. Також доступне сортування пам'яток за історичними періодами, до яких вони належать.

Сайт дозволяє переглядати базу даних польських пам'яток на тлі різних зображень — зокрема стандартних карт, аерофотознімків і цифрових моделей рельєфу з державних геодезичних і картографічних ресурсів.

Картографічна база реалізована на основі OpenStreetMap. Вебплатформу розроблено на основі ASP.NET та ASP.NET AJAX, що свідчить про застосування екосистеми Microsoft для створення інтерактивного, динамічного інтерфейсу з високою ефективністю.

Сайт працює на вебсервері IIS 10 (Internet Information Services), забезпечуючи функціонування під управлінням Microsoft Windows Server. Серед технічних стандартів також застосовується XHTML Transitional, що демонструє поступовий перехід від HTML-структур до сучасніших специфікацій. Інтерфейс

реалізовано з використанням CSS та JavaScript, а безпека з'єднання гарантується через політику Strict Transport Security (HSTS).

Вельми насиченою є інтерактивна карта на сайті *mapa.orevneni.cz* (рис. 1.15). На ній зображено фортифікаційні споруди, військові укріплення, вогневі рубежі 1935-1938 рр. у Чехії [132]. Включає максимально змістовну інформацію, є десятки шарів, між якими зручно перемикатися, та які взаємодіють один з одним.

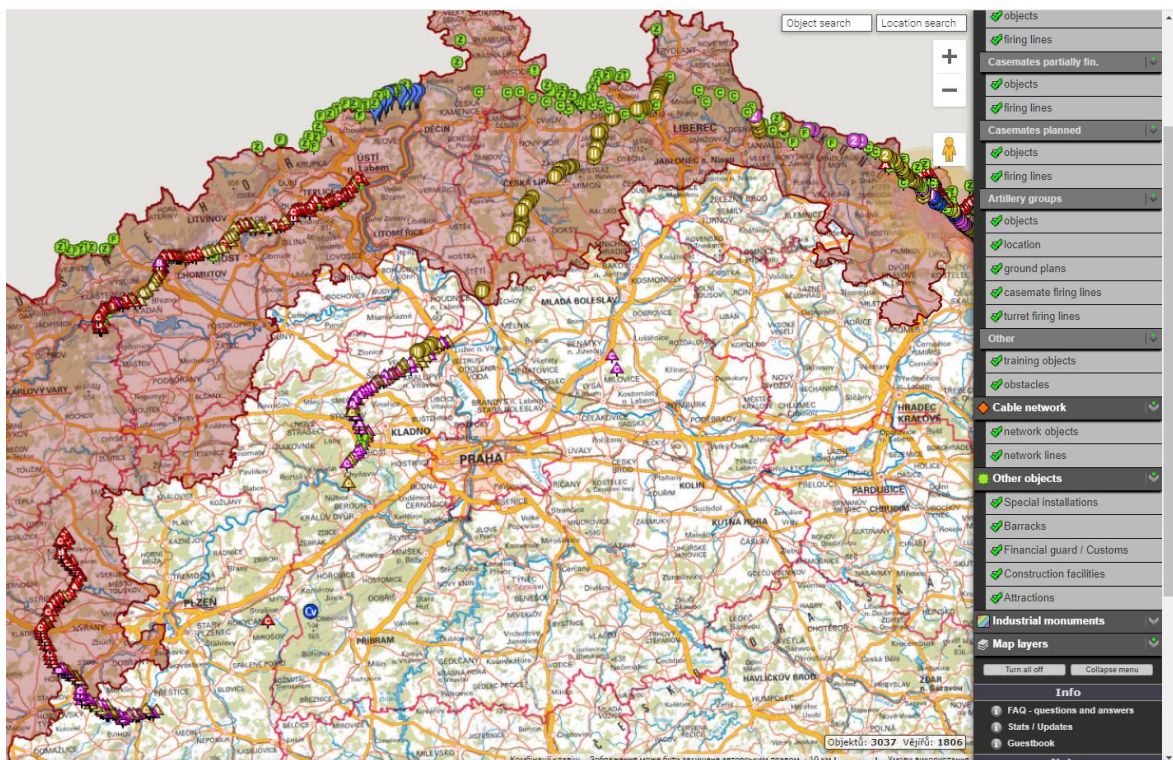


Рис. 1.15. Інтерактивна карта фортифікаційних споруд у Чехії [132]

Інтерактивна карта *mapa.orevneni.cz* є прикладом глибоко деталізованого і функціонального цифрового рішення у сфері військово-історичного вебкартографування. Вона побудована на основі Google Maps API, який забезпечує багат шарову структуру візуалізації фортифікаційних об'єктів, зручну навігацію між шарами і підтримку взаємодії між ними.

Аналітичний компонент реалізовано із застосуванням Google Analytics, зокрема Universal Analytics, що дає змогу здійснювати оцінку користувацької поведінки та джерел трафіку. Як серверну частину використано платформу ASP.NET у зв'язці з вебсервером IIS 10, що засвідчує використання екосистеми



Microsoft для динамічного керування контентом і забезпечення високопродуктивного опрацювання запитів.

Сайт також має адаптивну мобільну версію з підтримкою Viewport Meta, iPhone/Mobile Compatibility, однак масштабування контенту обмежене (Mobile Non-Scaleable). Вебресурс реалізує елементи інтеграції з пристроями Windows (Windows 8 Pinning) і використовує Frameset, який є непоширеним способом структурування сторінок, але дозволяє швидко завантажувати тайли карти.

Ян Боммес досліджує покинуті місця та вивчає їх історію. Веде тематичний сайт <https://www.arcanumurbex.de/>, де описані відвідані місця, додано фотоматеріал та інші дані [83]. Автором створена карта покинутих місць, значна частина з яких мілітарного характеру (рис. 1.16).

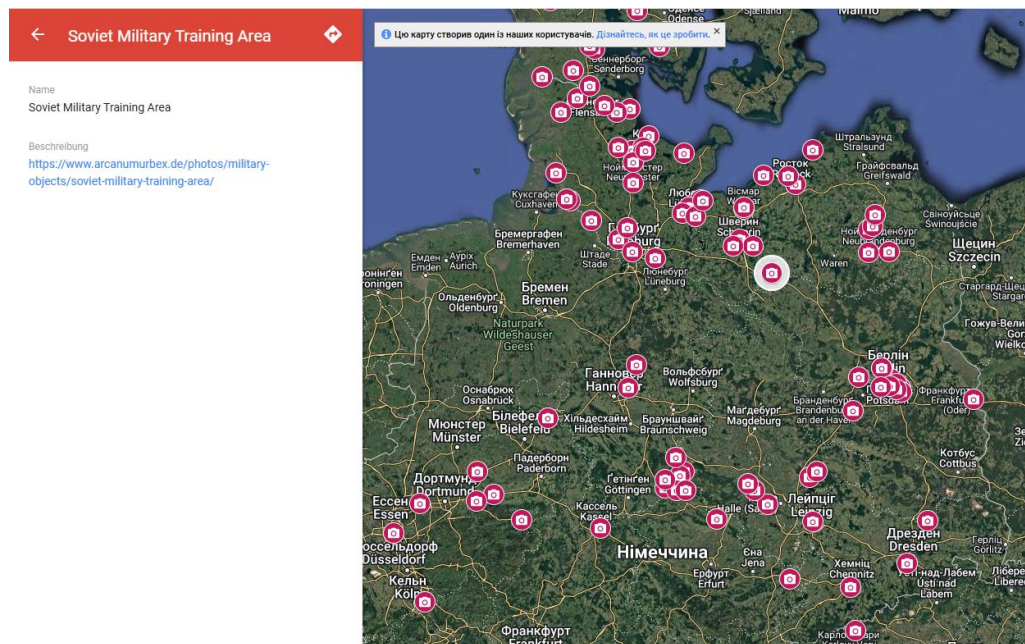


Рис. 1.16. Інтерактивна карта покинутих місць [83]

Сайт поєднує блогову структуру, фотодокументацію та інтерактивну карту покинутих місць, серед яких значна частина має мілітарне походження. Вебресурс реалізовано на базі конструктора Jimdo, що передбачає просту систему керування контентом і швидке створення вебсторінок без глибоких технічних знань.

Для аналітики та відстеження дій користувачів використовуються Google Analytics (у версії Classic), а також Facebook Pixel, що забезпечує збір інформації

про конверсії з реклами у Facebook. Додатково реалізовано функцію Anonymize IP, яка відповідає вимогам конфіденційності згідно з GDPR.

Візуалізація просторової інформації реалізована через Google Maps, а пошук за контентом — за допомогою Google Custom Search. Соціальна інтеграція забезпечується через Facebook SDK, Facebook for Websites, Twitter Platform, Twitter Timeline, а також Twitter Cards і Open Graph Protocol для коректного відображення при поширенні контенту в соціальних мережах.

Технічно сайт підтримує HTML5, CSS, JavaScript, а також структурування даних із використанням Microdata. Доступність контенту на мобільних пристроях забезпечується тегами Viewport Meta та iPhone Compatible. Серверну інфраструктуру підтримує nginx, з використанням HSTS (Strict Transport Security) для забезпечення захищеного з'єднання HTTPS.

З вищенаведених прикладів можемо виділити *ключові елементи ефективних інтерактивних карт, які включають постмілітарні об'єкти, території та дотичну інформацію:*

*Деталі:* вибір певної піктограми або об'єкта на карті може надавати додаткову інформацію, таку як тип будівлі, історичне значення, призначення та поточний стан. Ця інформація може бути представлена у вигляді текстових описів, фотографій або посилань на зовнішні ресурси.

*Фільтрація та пошукові опції:* дані функції дозволяють користувачам зосередити свій перегляд згідно з певними критеріями. Наприклад, користувачі можуть фільтрувати за періодом часу, розташуванням або типом, щоб сконцентруватися на областях інтересів.

*Внесок користувачів:* деякі інтерактивні карти заохочують внесок користувачів, такий як надсилання додаткової інформації, фотографій або особистих вражень, що стосуються фортифікацій. Ці дані, які надаються спільнотою, можуть збагатити зміст та створити платформу для обміну знаннями.

*Інтеграція з іншими джерелами даних:* карта може включати дані з різних джерел, включаючи історичні архіви, наукові дослідження та офіційні

документи. Ця інтеграція може надати користувачам комплексну та достовірну інформацію.

*Доступність:* інтерактивні карти, зазвичай розроблені з урахуванням зручності користування та доступності на різних пристроях, включаючи настільні комп'ютери, планшети та мобільні телефони. Це дозволяє користувачам вивчати карту з різних платформ.

Дослідження постмілітарних об'єктів у світі є активним напрямом, що постійно розвивається. Ця сфера охоплює різноманітні аспекти, включаючи воєнну історію, архітектуру, археологію, геодезію, соціальну антропологію, туризм та інші дисципліни. Серед зарубіжних науковців варто виділити Р. Велті, Т. Невкомб, М. Грусовського, К. Ноереса [114].

Досить популярним на сьогодні є urbex – (Urban Exploration) – це дослідження покинутих або малодоступних міських об'єктів, таких як занедбані будівлі, фабрики, військові бази, тунелі та бункери. Ця практика часто поєднує елементи історичного дослідження, екстремального туризму та документування змін міського середовища [189].

Даний напрям досить популярний у світі серед дослідників та туристів, тут можна виділити: Д. Пенделтон, А. Жоссе, Я. Боммес та інші.

### **1.3.3. Дослідження постмілітарних об'єктів Львівської області**

Львівська область, розташована на заході України, є частиною історико-культурного регіону Східна Галичина та Карпатського євро регіону. Це один з найрозвиненіших регіонів держави з погляду економічного, туристичного, культурного та наукового розвитку. Львівщина має багату історію, яка відображає її важливість у контексті різних державних утворень і політичних структур. Історична еволюція регіону демонструє складність адміністративно-територіальних змін, що були обумовлені як внутрішніми соціально-економічними процесами, так і зовнішньополітичними факторами. Дана територія зазнавала численних трансформацій, які впливали на розвиток місцевого самоврядування, управлінських механізмів та культурної ідентичності.

Протягом століть Західний регіон України мав стратегічне мілітарне значення та отримав добре розвинену військову інфраструктуру. У регіоні сформувалися військові об'єкти різного призначення (лінії оборони, фортифікаційні споруди, об'єкти протиповітряної оборони тощо). З часом вони втратили стратегічне значення і були ліквідовані або закинуті [60].

У процесі проведеного нами дослідження складно окреслити точну кількість таких об'єктів на території Львівської області, основні причини цього – руйнування окремих об'єктів, відсутність достовірної інформації у відкритих джерелах. Постмілітарні об'єкти України загалом і Львівщини зокрема залишаються й досі малодослідженими.

Б. Сулик, І. Ковальчук та Є. Іванов розглянули можливості моделювання стану природно-господарських систем постмілітарних територій за допомогою геоінформаційних технологій, а також подали методичні підходи створення цифрових моделей рельєфу для постмілітарних об'єктів [28].

Об'єктами дослідження виступають території приурочені до покинутих військових об'єктів австрійського, міжвоєнного польського і радянського періодів (друга половина XVIII ст. – 1991 р.).

На прикладі «Львівської Цитаделі» і «Нової Дубенської (Тараканівської) фортеці» розглянуто підходи до ГІС-моделювання фортифікаційних споруд. Моделі рельєфу TIN створено із застосуванням відповідного модуля ArcInfo з використанням ізолінійного шару. Модель є векторним покривом. Такий тип моделей відзначається високою швидкістю побудови та невеликим розміром файлу. Модель TIN дозволяє детально відобразити елементи чи ділянки фортифікацій, які зазнали трансформацій внаслідок будівництва або військової експлуатації об'єктів, дає змогу достовірніше відображати параметри штучних форм рельєфу (висоту, крутизну, ширину чи глибину), які в інших моделях вирівняні або виглядають згладженими (рис. 1.17) [28].

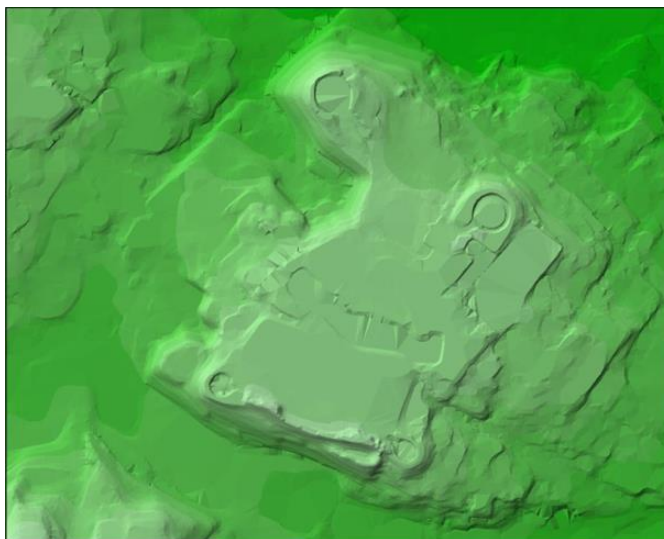


Рис. 1.17. Відображення форм рельєфу узгір'я Львівської Цитаделі за допомогою моделі TIN [28]

Також Б. Сулик та Є. Іванов проводили дешифрування постмілітарних об'єктів на аеро- та космознімках (рис. 1.18). Зібраний матеріал став основою для створення геопросторової бази даних постмілітарних об'єктів Західного регіону України [60].

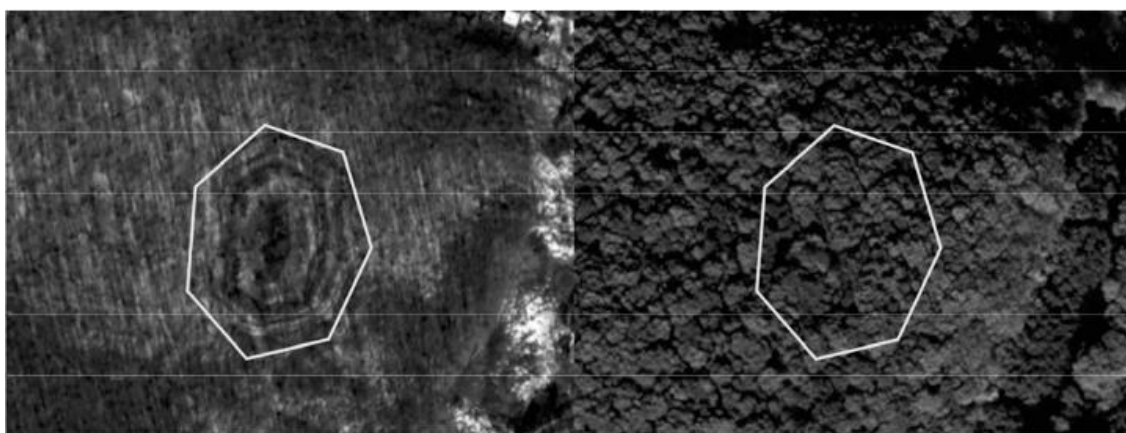


Рис. 1.18. Один з допоміжних фортів Львівської цитаделі на зимовому і літньому знімках [60]

Окремо Б. Сулик досліджував просторове розташування, значення оборонних, фортифікаційних та інфраструктурних об'єктів Західного регіону України. Він опрацював вплив досліджуваних постмілітарних об'єктів на прилеглі ландшафтні структури.

Б. Четверіков дослідив особливості земель історико-культурного призначення, вдосконалив технологію моніторингу земель історико-



культурного призначення на основі супутникової радіолокаційної інтерферометрії [69], розроблено програмне забезпечення для напівавтоматичного визначення ділянок досліджень та створення 3D-моделей цифрової моделі рельєфу (ЦМР) із використанням георадарного знімання. Запропонований алгоритм включає три функціональні блоки, які забезпечують точне визначення меж історико-культурних територій [69]. Апробація модуля на прикладі Львівської цитаделі підтвердила його ефективність, що сприятиме уточненню меж історико-культурних об'єктів (рис. 1.19). Інтерфейс програмного модуля створено з урахуванням зручності користування, включаючи функцію «гарячих клавіш», що покращує ефективність роботи [94].

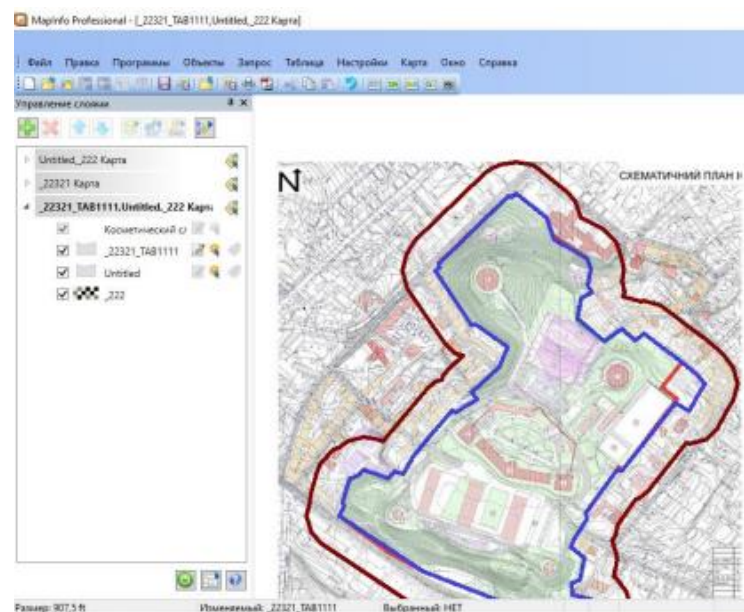


Рис.1.19. Експортовані з програмного модуля межі, відкриті в ПП MapInfo [94]

Геопортал Заповідника Тустань – вебресурс створено для ознайомлення з інформацією про природний заповідник за допомогою картографічних джерел. На порталі розміщена інформація про об'єкти інфраструктури, туристичні перлини та музеї, про місця відпочинку та місцевість (рис. 1.20) [19].

Дослідження фортеці Тустань розпочалося у 1971 р. під проводом художника та археолога Михайла Рожка. Саме завдяки його роботам можна уявити, як виглядала руська твердиня [19].

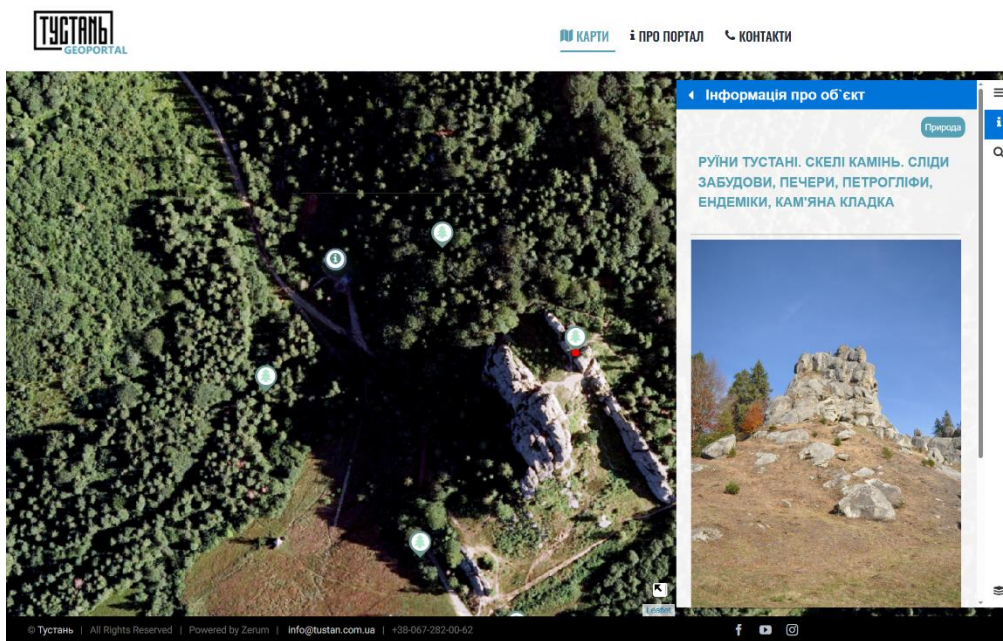


Рис. 1.20. Фрагмент оглядової карти геопорталу Тустань [19]

Геопортал реалізовано на базі WordPress із використанням адаптивної верстки (Viewport Meta, iPhone/Mobile Compatible, Apple Web Clips Icon) для підтримки мобільних пристроїв. Інтерактивне картографування здійснюється за допомогою бібліотек Leaflet і Tangram, а інтерфейс — через Vue.js та jQuery з додатковими плагінами для анімацій і подій. Багатомовність підтримується через qTranslate, оптимізація SEO — за допомогою Yoast SEO. Текстові та кодові редактори (TinyMCE, Summernote, CodeMirror) використовуються для керування контентом. Швидкодію та безпеку забезпечує Cloudflare CDN, з підтримкою обміну даними через формати JSON та JSON-LD. Сайт відповідає стандартам HTML5 та WAI-ARIA для підвищення доступності.

## Висновки до розділу 1

1. Проведено комплексний аналіз сучасних напрямів вебкартографування, який охоплює як теоретичні так і практичні аспекти вебтехнологій для візуалізації просторових даних у різних сферах. Визначено сутність, етапи еволюції та ключові технології вебкартографії, а також окреслено її основні переваги — інтерактивність, доступність, динамічність, персоналізація та можливості інтеграції з іншими інформаційними сервісами.

2. Проаналізовано архітектуру вебсервісних систем і охарактеризовано сучасні серверні та клієнтські технології, які є основою вебкартографічного середовища. Це дозволило чітко визначити технічні компоненти, які можуть бути використані при проєктуванні власного вебсервісу, зокрема інструменти для публікації карт, управління базами даних і реалізації клієнтської взаємодії.

3. Розгляд вітчизняного досвіду вебкартографування дав змогу зрозуміти специфіку вітчизняних підходів до цифрової візуалізації просторової інформації, а також визначити ефективні приклади інтеграції вебкарт у практики державного управління, туризму, екологічного моніторингу й історико-культурної спадщини. Аналіз українських і зарубіжних проєктів дозволив визначити як потенціал, так і недоліки існуючих рішень, що стало основою для формулювання обґрунтованих технічних і концептуальних рішень.

4. Розглянуто вебкартографування постмілітарної спадщини, яке є важливим у контексті цифрової фіксації, візуалізації та популяризації постмілітарних об'єктів. Окреслено застосування сучасних технологій для вебкартографування постмілітарних об'єктів. Опрацьовані приклади (в тому числі з використанням 3D-моделювання, відкритих API, інтерактивних шарів) стали практичною основою при визначенні функціональних вимог до майбутнього вебсервісу.

## РОЗДІЛ 2. НАУКОВІ ОСНОВИ ВЕБКАРТОГРАФУВАННЯ ПОСТМІЛІТАРНИХ ОБ'ЄКТІВ

### 2.1. Джерела даних про постмілітарні об'єкти для наповнення бази даних

Сучасне вебкартографування постмілітарних об'єктів набуває особливого значення у контексті цифровізації історико-культурної спадщини, оскільки поєднує візуалізацію просторових даних із систематизацією інформації про об'єкти.

Зібрані у процесі дослідження просторові та атрибутивні дані сприятимуть створенню структурованої бази, яка не лише дозволить проводити подальший аналіз, а й забезпечить зручний доступ до інформації через вебсервіс постмілітарних об'єктів.

При виборі джерел для збору даних потрібно враховувати такі чинники:

*Точність та достовірність інформації:* якісні джерела даних забезпечують точне та достовірне представлення про місця розташування та характеристики постмілітарних об'єктів. Це включає інформацію про координати, структуру, стан об'єктів та навколишню інфраструктуру. Важливо мати достовірні дані, щоб уникнути помилок у вебкартографуванні, які можуть призвести до неточностей у відображенні інформації;

*Актуальність даних:* забезпечує точне відображення поточного стану об'єктів та інфраструктури. Оновлення даних необхідні для відстеження змін, таких як нові забудови, зміни в ландшафті, рекультиваційні роботи або зміни в екологічному стані території. Це дозволяє підтримувати карти в актуальному стані;

*Широкий спектр охоплення інформації:* для створення детальних інтерактивних карт постмілітарних об'єктів потрібна інформація з різних джерел, що дозволяє створити багатофункціональні карти, що відображають усі аспекти постмілітарних територій;

*Забезпечення інтероперабельності:* вебкартографування постмілітарних об'єктів включає інтеграцію даних з різних платформ та систем. Використання різноманітних джерел даних сприяє інтероперабельності та забезпечує можливість обміну інформацією між різними системами та користувачами, включаючи урядові організації, науковців, громадські організації та широку громадськість.

Така система забезпечить функціональну підтримку аналітичних запитів, тематичну фільтрацію об'єктів, багаторівневу класифікацію та мультимедійну візуалізацію. У результаті буде сформовано інструмент, придатний як для дослідницьких цілей, так і для практичного використання.

Запропонована схема джерел даних, які можуть використовуватися для віртуального документування постмілітарних об'єктів та подальшого представлення їх у вебсервісі (рис. 2.1). Вона охоплює широкий спектр інформаційних ресурсів, що дозволяє забезпечити комплексне, багатопланове та достовірне представлення досліджуваних об'єктів.

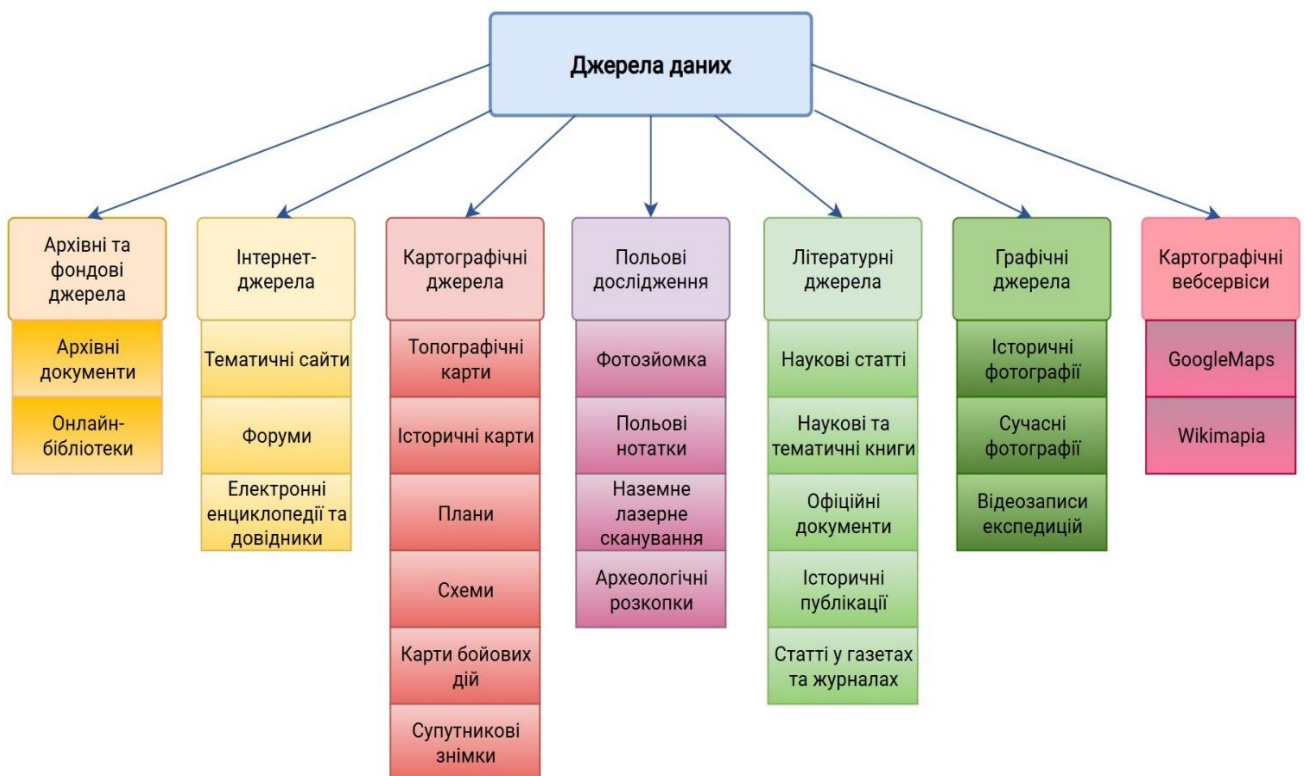


Рис. 2.1. Схема джерел даних

Сучасні підходи до документування та популяризації постмілітарної спадщини вимагають інтеграції інноваційних цифрових технологій. Виділимо 3D-моделі, AR та VR технології для покращеної взаємодії з об'єктами. Також краудсорсинг даних для залучення користувачів до збору та валідації даних. Розроблення мобільних застосунків дозволяє користувачам легко отримувати доступ до інформації про історичні об'єкти під час подорожей.

Проблемою є те, що багато постмілітарних об'єктів зазнали змін з часом і їхній сучасний стан може суттєво відрізнятись від минулого. Це створює виклик у точному документуванні та інтерпретації їх історії та еволюції. Отже, існує необхідність розроблення гнучкої та адаптивної методики, яка б дозволяла адекватно відображати як історичний стан, так і сучасну реальність цих об'єктів.

## **2.2. Збір даних про постмілітарні об'єкти**

Важливою є інтеграції різноманітних джерел даних та їхнє об'єднання в єдину, зручну для користувача платформу. Це передбачає аналіз, стандартизацію та візуалізацію даних з різних джерел, включаючи історичні архіви, сучасні геопросторові дані та інші види інформації. Така комплексна методика вебкартографування повинна бути досить гнучкою, щоб адаптуватися до різних типів даних та потреб користувачів [16], одночасно забезпечуючи високу якість, точність, доступність і наочність інформації.

У процесі дослідження нами було відібрано та опрацьовано інформацію про 31 комплекс постмілітарних об'єктів, які у свою чергу включають сукупність споруд, зокрема: командні пункти, казарми, склади, артилерійські позиції, фортифікації та інші елементи. Загалом йдеться про десятки окремих споруд, які відрізняються рівнем збереженості, архітектурною морфологією та просторовим розташуванням. Такий обсяг даних надає основу для просторово-структурного аналізу, типологізації, розроблення картографічної моделі та формування цифрової бази даних з урахуванням історичної динаміки й сучасного статусу об'єктів. Детальна інформація представлена у додатку Б.



Їхня загальна кількість є значно більшою та про деякі місця практично немає інформації, доступ до окремих підземних споруд втрачено, або ж точне їх місцезнаходження на сьогодні не відоме.

З часом прогнозуємо, що підготовлений список об'єктів буде розширений як кількісно, так і якісно, що в свою чергу позначиться на обсягу та інформативності розробленого вебсервісу. Таким чином даний проєкт у майбутньому зможе надавати користувачам оновлену та доповнену інформацію.

Під час польових досліджень було здійснено комплекс заходів із фіксації стану форту «Марушка Ліс» (частина Перемської фортеці). Одним із ключових методів документування стало наземне лазерне сканування (рис. 2.2), результати якого були використані для побудови цифрової тривимірної моделі об'єкта [173]. Паралельно зробили польові нотатки та описові спостереження для уточнення текстового супроводу до цифрових даних. У 2021 р. в межах обстеження було проведено локальні археологічні розкопки з використанням металодетектора Garrett ACE 250, у ході яких виявлено значну кількість артефактів: гільзи, патрони, фрагменти шрапнелі та артилерійський снаряд. Ці знахідки засвідчують високу інтенсивність бойових дій на досліджуваній території та надають додаткові історичні свідчення щодо функціонування об'єкта в умовах бойового використання.



Рис. 2.2. Проведення лазерного сканування сканером Leica ScanStation C10

З метою уточнення просторового розташування окремих постмілітарних об'єктів на початковому етапі дослідження було використано краудсорсинговий вебсервіс Wikimapia, який супутникові знімки з даними, внесеними користувачами [192]. Інформація, отримана з цього ресурсу, дозволила наприклад ідентифікувати розміщення фортів Перемиської фортеці, отримати їхні географічні координати та здійснити подальші польові дослідження (рис. 2.3).

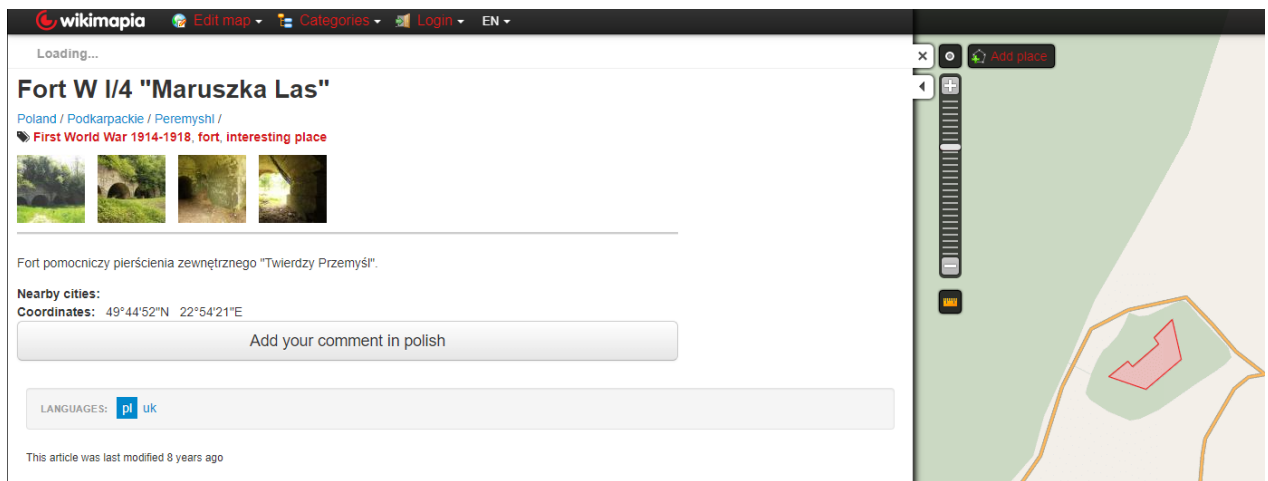


Рис. 2.3. Сторінка форту у Wikimapia [192]

Важливим джерелом у пошуку картографічних матеріалів став спеціалізований портал freemap.com.ua, який включає значний масив історичних та сучасних карт, охоплюючи територію всієї України (рис. 2.4) [104].



Рис. 2.4. Портал freemap із картою України [104]



Він забезпечує доступ до картографічних джерел різних історичних періодів — карти Австро-Угорщини, Третього Рейху, топографічні карти радянського періоду та сучасні цифрові карти [104]. Представлені карти є різноманітних масштабів і форматів, що дає змогу використовувати їх як для розширеного аналізу, так і для детальних польових досліджень. Окремі аркуші карт із GPS-прив'язкою, які дозволяють встановити точне розташування історико-культурних об'єктів на місцевості.

Інформативним ресурсом у процесі збору інформації став міжнародний цифровий архів Internet Archive, який включає велику кількість відкритих публікацій, у тому числі з історичними книгами, енциклопедичними виданнями, науковими статтями та іншими документальними матеріалами [118]. Завдяки зручному пошуку та широкому хронологічному охопленню ресурс забезпечив доступ до відповідної літератури, яка стала джерелом інформації про досліджувані об'єкти (рис. 2.5). Відібрані матеріали були використані для уточнення хронології, функціонального призначення та історико-культурного контексту постмілітарних об'єктів, що значно підвищило наукову обґрунтованість дослідження.

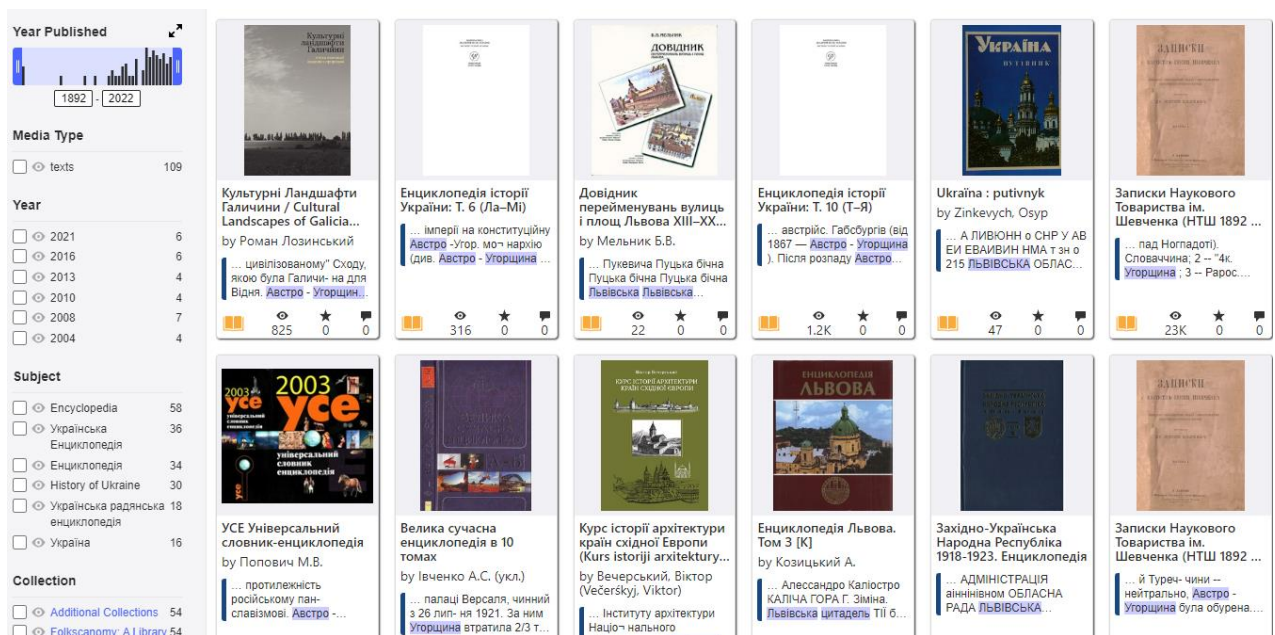


Рис. 2.5. Онлайн-архів Internet Archive [118]

Інформацію щодо розформованих військових частин, ракетних полків та інших підрозділів Збройних сил України було отримано з аналітичного ресурсу

ukrmilitary.com, який містить офіційні документи, зокрема розпорядження, укази та нормативно-правові акти, що регламентують процеси реорганізації військових формувань (рис. 2.6) [188]. Ці матеріали становлять важливу джерельну базу для реконструкції організаційної структури та просторового розміщення військової інфраструктури у пострадянський період.

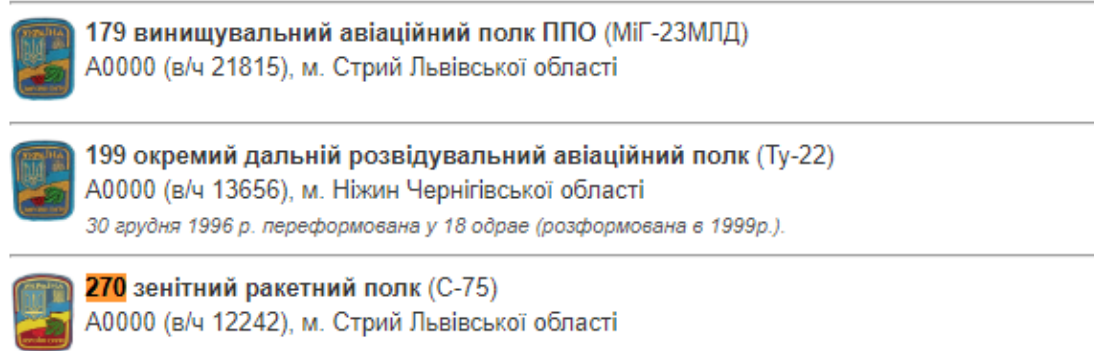


Рис. 2.6. Розформовані в/ч [188]

Значний обсяг інформації щодо воєнних дій, стану мілітаризації регіону в різні історичні періоди було отримано з наукових збірників «Воєнна історія України. Галичина та Закарпаття». Дані джерела розширили розуміння стратегічних принципів розміщення військових об'єктів на території сучасної Львівської області, а також простежити етапи її мілітарного розвитку та трансформації оборонної інфраструктури [61].

Одним із додаткових джерел інформації став вебресурс <https://explorer.lviv.ua/>, який функціонує як краєзнавчо-туристична платформа, орієнтована на дослідження техногенної, військово-історичної та постіндустріальної спадщини. Незважаючи на невелику активність упродовж останніх років, сайт зберігає значний обсяг унікальних матеріалів, які мають як інформаційну, так і документально-ілюстративну цінність [102].

У процесі опрацювання вебресурсу знайшли багато публікацій про постмілітарні об'єкти Львівщини, що супроводжуються архівними фотографіями, старими схемами, фрагментами карт та посиланнями на літературні джерела [102]. Ці дані стали одним із джерел для верифікації просторових характеристик об'єктів, реконструкції їх первісного вигляду, а також для аналізу трансформацій, що відбулися під впливом історичних подій.

Основною метою проведення польових обстежень є збір даних, необхідних для визначення поточного стану об'єктів, виявлення їх історичної, культурної та наукової цінності, а також збір візуального й описового матеріалу з подальшою його інтеграцією у вебсервісі. Їх також полягає в сприянні науковим дослідженням, аналіз зібраних даних може виявити нові факти про постмілітарні споруди та довколишні території протягом різних історичних періодів.

### 2.2.1. Геоприв'язка історичної карти для просторової ідентифікації постмілітарних об'єктів

Для уточнення просторового розташування постмілітарних об'єктів використано програмне забезпечення QGIS 3.42.0. Зокрема, було використано австрійську військову топографічну мапу масштабу 1:75 000 (арк. ZONE 7 COL XXX Mikolajow und Bobrka, видання 1879 р.), що містить схеми укріплень, збудованих у 1913 р. в межах Миколаївського передмостового укріплення (рис. 2.7). Копія з Віденського воєнного архіву, стала важливим джерелом для виявлення об'єктів, частина з яких збереглася до сьогодні [42].

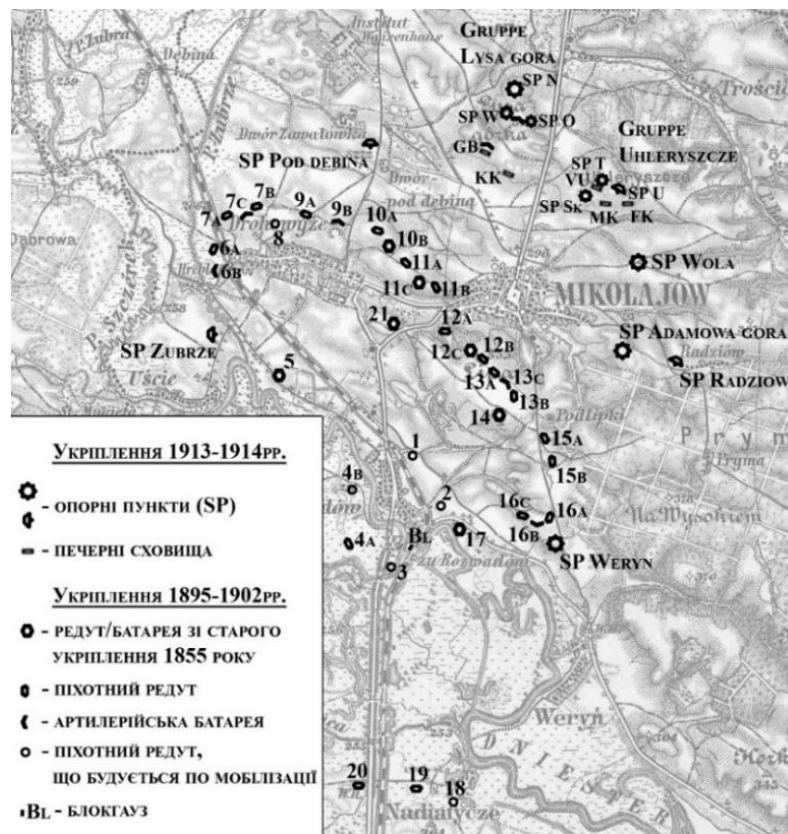


Рис. 2.7. Фрагмент австрійської карти Миколаївської фортеці із нанесеними укріпленнями [42]

За основу для геоприв'язки обрано базовий картографічний шар Open Street Мар. Через плагіни додано Open Street Map place search, для зручного пошуку локацій на карті. Виконано наступну послідовність дій, щоб додати фрагмент карти у програму: Layers-Georeferencer-Open Raster. В результаті отримуємо фрагмент карти у програмному середовищі QGIS для подальшої геоприв'язки (рис. 2.8).

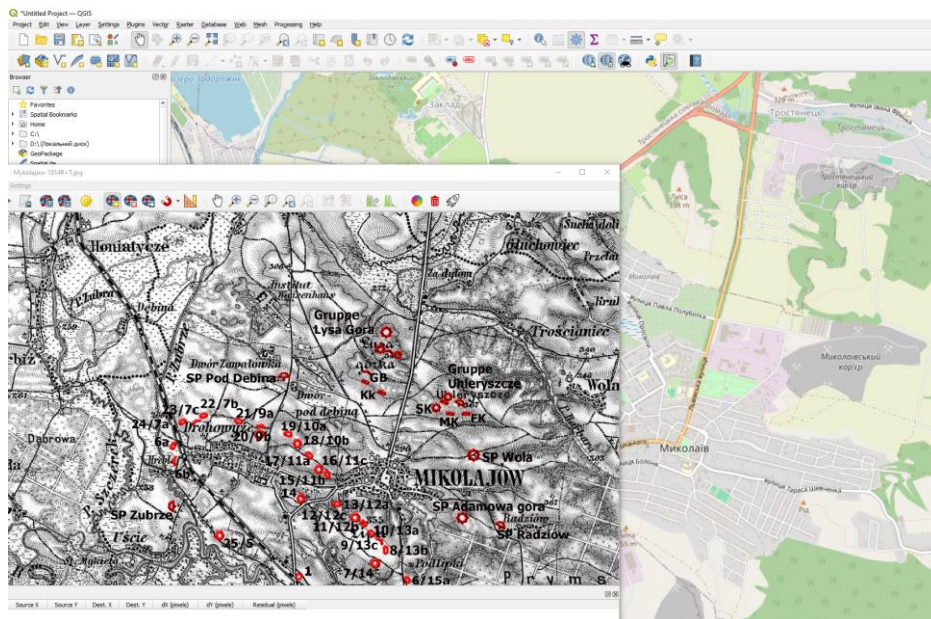


Рис. 2.8. Доданий фрагмент австрійської карти у програмному середовищі QGIS

Візуально ідентифікуємо контрольні точки (GCPs), вибираємо характерні об'єкти (дороги, будівлі, залізницю) на історичній мапі та їх зіставлення з відповідними елементами на карті OpenStreetMap (рис. 2.9).

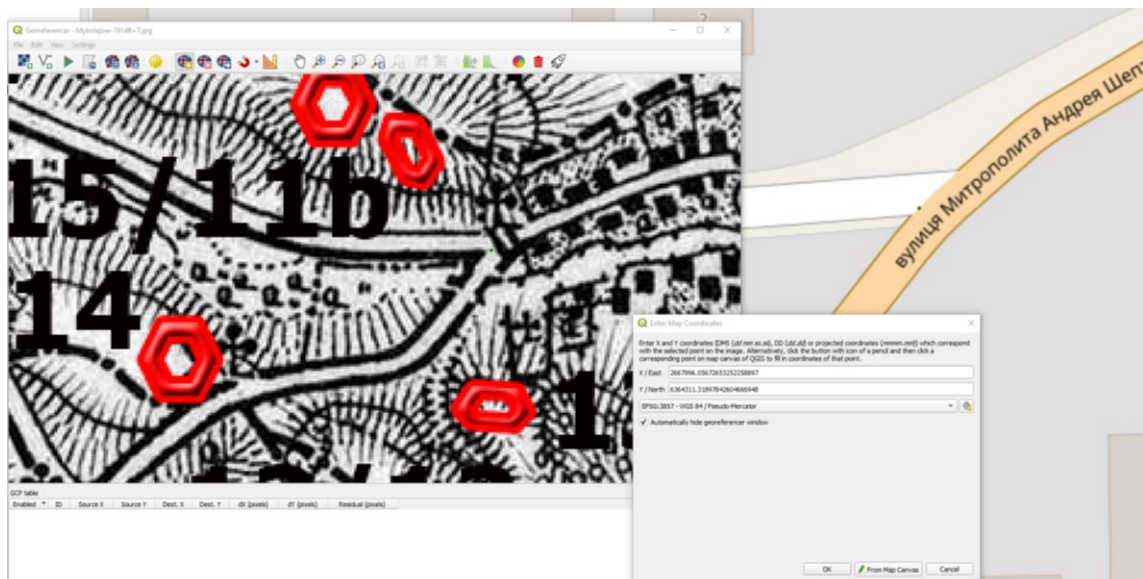


Рис. 2.9. Вибір контрольних точок для геоприв'язки (роздоріжжя)



Виконуємо трансформацію Polynomial 1. Отримане зображення зберігається як растровий файл (GeoTIFF) у системі координат WGS 84 (EPSG:4326). В результаті отримуємо прив'язаний фрагмент історичної карти, з можливістю подальшої ідентифікації постмілітарних об'єктів, та отримання їх актуальних координат.

Прив'язали загалом 9 контрольних точок. Середньоквадратична помилка становить 0.810439 пікселя, що свідчить про високу точність просторової прив'язки зображення карти до системи координат WGS 84. Індивідуальні похибки точок перебувають в межах від 0.18 до 0.96 пікселя, що є хорошим показником (рис. 2.10).

| GCP table |    |            |             |           |           |             |             |                   |
|-----------|----|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------------|
| Enabled   | ID | Source X   | Source Y    | Dest. X   | Dest. Y   | dX (pixels) | dY (pixels) | Residual (pixels) |
| ✓         | 0  | 1611.3070  | -1117.2700  | 23.967016 | 49.524384 | -0.061606   | -0.175770   | 0.186254          |
| ✓         | 1  | 1719.2529  | -1095.0944  | 23.974390 | 49.525612 | 0.370303    | -0.890938   | 0.964829          |
| ✓         | 2  | 1806.1227  | -1079.6997  | 23.979829 | 49.525900 | -0.265627   | 0.259726    | 0.371504          |
| ✓         | 3  | 508.573561 | -622.136502 | 23.892960 | 49.545651 | 0.057907    | -0.375478   | 0.379917          |
| ✓         | 4  | 609.005329 | -765.819908 | 23.899400 | 49.539418 | -0.799647   | -0.273229   | 0.845038          |
| ✓         | 5  | 487.772455 | -294.450366 | 23.891515 | 49.559540 | 0.815322    | 0.467432    | 0.939809          |
| ✓         | 6  | 1423.5778  | -2228.9226  | 23.956277 | 49.476016 | 0.243548    | 0.472669    | 0.531726          |
| ✓         | 7  | 1348.8038  | -416.019234 | 23.948570 | 49.554345 | -0.022823   | 0.789589    | 0.789919          |
| ✓         | 8  | 969.557822 | -740.895235 | 23.923610 | 49.540572 | -0.337378   | -0.274000   | 0.434626          |

Rotation: 0.0 ° Transform: Polynomial 1 Mean error: 0.810439

Рис. 2.10. Прив'язані контрольні точки

Для визначення СКП в метрах виміряли лінійний розмір одного пікселя карти (рис. 2.11), після чого виконали обчислення за формулою (2.1):

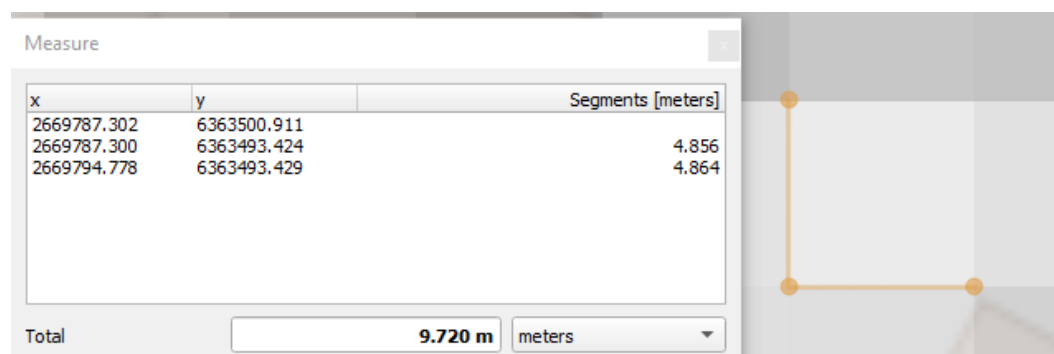


Рис. 2.11. Вимірний лінійний розмір пікселя карти

СКП геоприв'язки в метрах = Mean error (у пікселях) × лінійний розмір пікселя у метрах (2.1)

Як результат – СКП становить 3,94 м.

Геоприв'язаний фрагмент австрійської карти подано на рисунку 2.12.

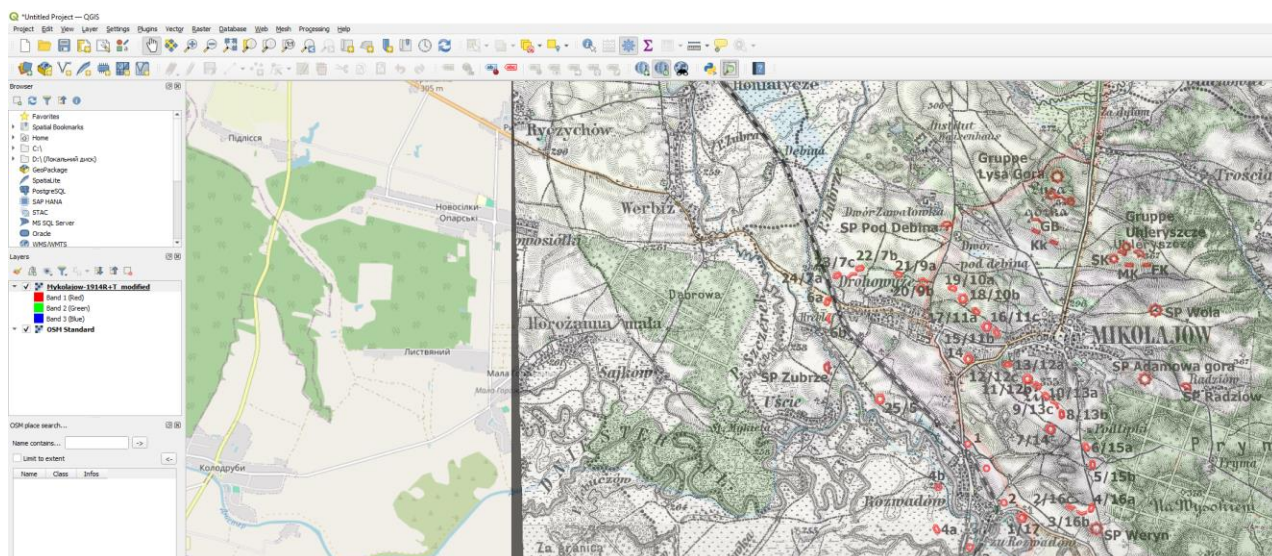


Рис. 2.12. Геоприв'язаний фрагмент австрійської карти у QGIS

Додаємо точки (points), щоб отримати розміщення об'єктів Миколаївської фортеці на місцевості, а що ще важливо отримали у подальшому їхні координати. На карті червоними точками позначено фортифікаційні об'єкти спадщини, ідентифіковані на основі історичної карти (рис. 2.13).

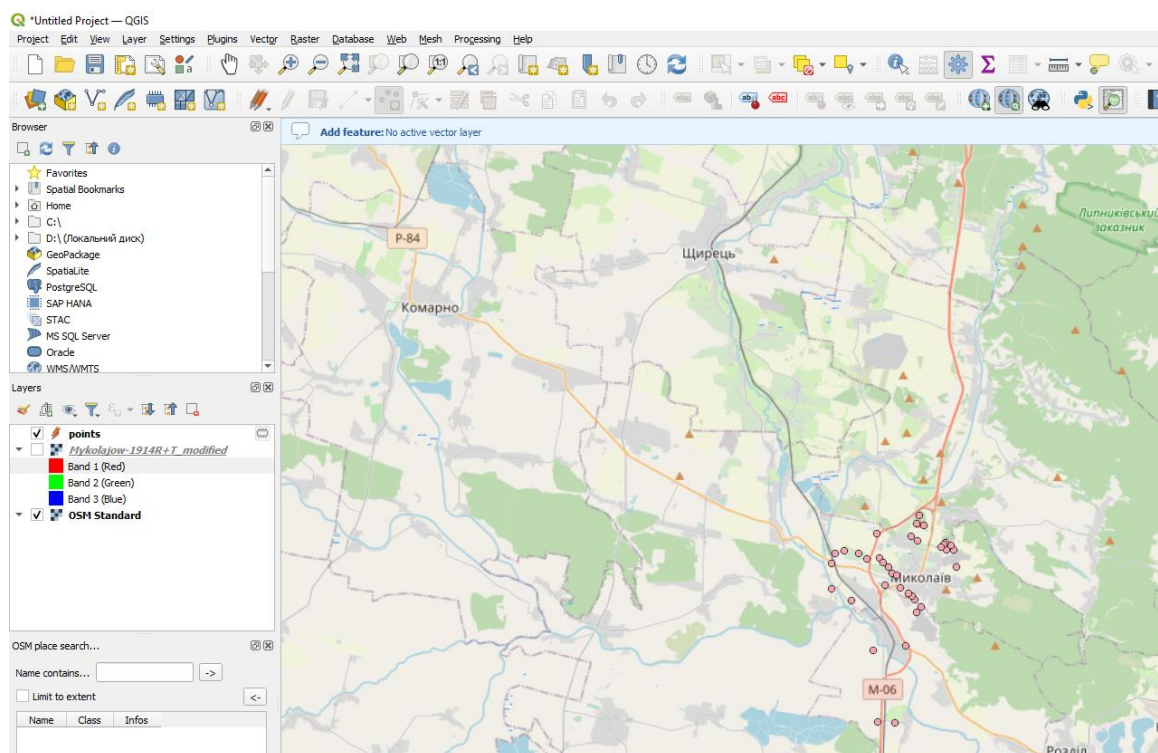
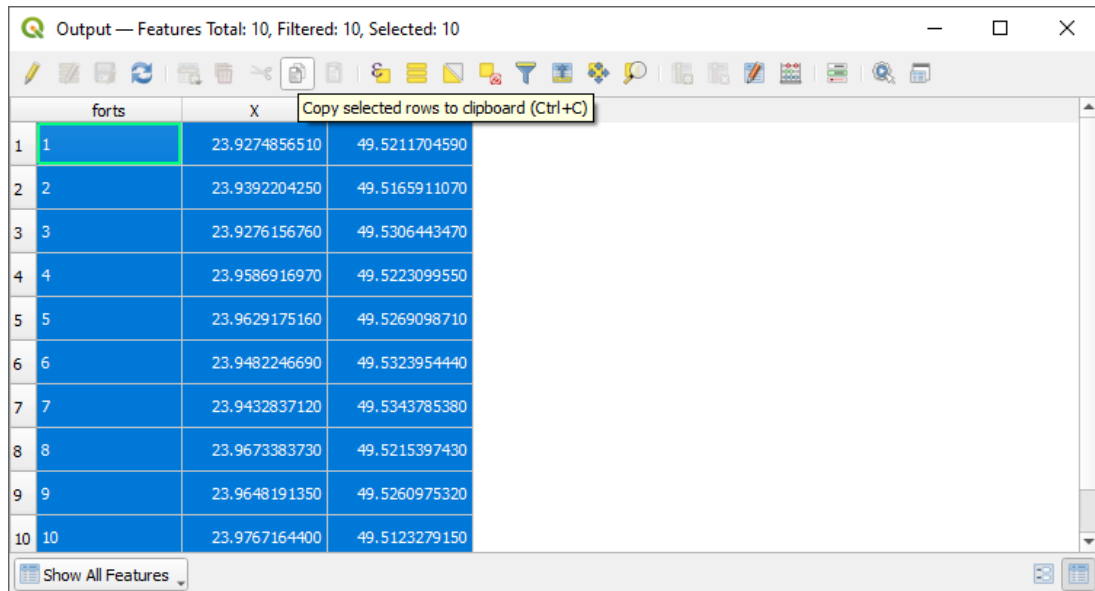


Рис. 2.13. Марковані об'єкти Миколаївської фортеці

Для отримання координат точок виконуємо команду Add coordinates to points, за рахунок чого отримуємо координати маркованих фортифікаційних споруд Миколаївської фортеці у системі WGS 84.

Спочатку було ідентифіковано 10 об'єктів, залишки фортифікаційних елементів. Отримані координати зберігаються у атрибутивній таблиці, де є їхня назва (порядковий номер), а також X, Y, які відповідають за довготу та широту (рис. 2.14).



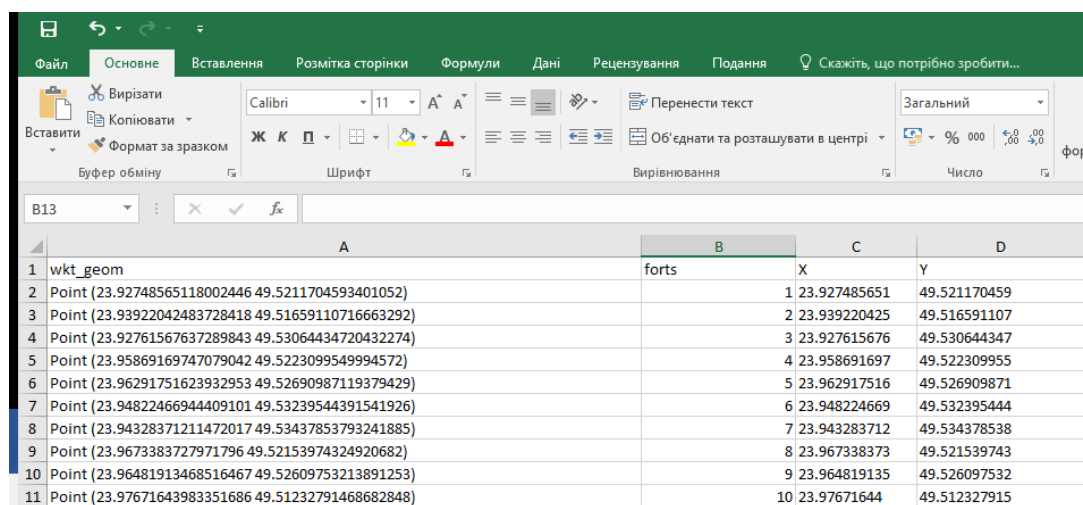
Output — Features Total: 10, Filtered: 10, Selected: 10

|    | forts | X             | Y             |
|----|-------|---------------|---------------|
| 1  | 1     | 23.9274856510 | 49.5211704590 |
| 2  | 2     | 23.9392204250 | 49.5165911070 |
| 3  | 3     | 23.9276156760 | 49.5306443470 |
| 4  | 4     | 23.9586916970 | 49.5223099550 |
| 5  | 5     | 23.9629175160 | 49.5269098710 |
| 6  | 6     | 23.9482246690 | 49.5323954440 |
| 7  | 7     | 23.9432837120 | 49.5343785380 |
| 8  | 8     | 23.9673383730 | 49.5215397430 |
| 9  | 9     | 23.9648191350 | 49.5260975320 |
| 10 | 10    | 23.9767164400 | 49.5123279150 |

Show All Features

Рис. 2.14. Координати об'єктів Миколаївської фортеці

Для подальшого аналізу, систематизації, а також зручного редагування координати локалізованих об'єктів були експортовані у таблицю Excel (рис. 2.15). Даний підхід дає змогу впорядкувати просторову інформацію у табличному вигляді, додати додаткові атрибутивні характеристики (тип об'єкта, стан збереження, період функціонування тощо), виконувати фільтрацію та сортування даних, а також підготувати їх для імпорту у базу даних.



|    | A                                                 | B     | C              | D            |
|----|---------------------------------------------------|-------|----------------|--------------|
| 1  | wkt_geom                                          | forts | X              | Y            |
| 2  | Point (23.92748565118002446 49.5211704593401052)  |       | 1 23.927485651 | 49.521170459 |
| 3  | Point (23.93922042483728418 49.51659110716663292) |       | 2 23.939220425 | 49.516591107 |
| 4  | Point (23.92761567637289843 49.53064434720432274) |       | 3 23.927615676 | 49.530644347 |
| 5  | Point (23.95869169747079042 49.5223099549994572)  |       | 4 23.958691697 | 49.522309955 |
| 6  | Point (23.96291751623932953 49.52690987119379429) |       | 5 23.962917516 | 49.526909871 |
| 7  | Point (23.9482246694409101 49.53239544391541926)  |       | 6 23.948224669 | 49.532395444 |
| 8  | Point (23.94328371211472017 49.53437853793241885) |       | 7 23.943283712 | 49.534378538 |
| 9  | Point (23.9673383727971796 49.52153974324920682)  |       | 8 23.967338373 | 49.521539743 |
| 10 | Point (23.96481913468516467 49.52609753213891253) |       | 9 23.964819135 | 49.526097532 |
| 11 | Point (23.97671643983351686 49.51232791468682848) |       | 10 23.97671644 | 49.512327915 |

Рис. 2.15. Координати об'єктів миколаївської фортеці в таблиці Excel

В подальшому у ході виїзду на місцевість вдалося оглянути близько половини відомих фортифікаційних споруд; частина об'єктів виявилася знищеною внаслідок господарської діяльності, зокрема через розширення піщаного кар'єру. За результатами польового етапу дослідження зібрано фотодокументацію вцілілих елементів фортмфікацій та здійснено описові спостереження, що доповнили наявну інформаційну базу матеріалами про сучасний стан об'єктів.

### **2.3. Принципи та підходи вебкартографування постмілітарних об'єктів**

Проведення досліджень постмілітарної спадщини передбачає дотримання науково-методичних вимог, передусім у частині ретельного відбору об'єктів для аналізу, систематизації достовірних даних, функціонування та трансформації, а також створення змістовного ілюстративного матеріалу, що доповнює текстову частину дослідження та сприяє комплексному розкриттю тематики.

Теоретико-методичні принципи дослідження вебкартографування постмілітарних об'єктів базуються на загальних і конкретних наукових принципах. Методологічне обґрунтування вебкартографування постмілітарних об'єктів базується на таких принципах [169]:

- *історизму*, що передбачає демонстрацію розвитку історичних подій та процесів у хронологічній послідовності. Цей принцип має визначальний вплив на концепцію та реалізацію проєкту, розподіляючи об'єкти за хронологічними рамками та показуючи зміни військової інфраструктури з плином часу;

- *системності*, що визнає постмілітарні об'єкти як структурні елементи колишніх військових інфраструктур, які сьогодні є складовою атракції регіону. Цей принцип передбачає системний підхід до класифікації та історичної періодизації об'єктів;

- *достовірності та сучасності*: використання перевіреної інформації, зокрема аналіз літературних, інженерно-технічних та картографічних джерел, а також проведення польових досліджень для визначення сучасного стану об'єктів;



- **узгодженості**, який враховує історичну складову регіону та України в цілому, визначаючи ключові історичні події та періоди. Окремого узгодження потребують вебкарти різних територіальних рівнів;

- **інформативності**: покликаний забезпечити повне відображення інформації про кожен об'єкт. Важливо включити лаконічну, але найбільш значущу інформацію та використовувати історичні документи, схеми та посилання на вебсайти [90];

- **презентабельності та доступності**: кінцевий вебкартографічний проєкт повинен вирізнятися привабливим дизайном, забезпечуючи легке та зрозуміле сприйняття інформації користувачами. Ключовими елементами тут є візуальна привабливість та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Карти мають бути не тільки інформативними, але й естетично привабливими, щоб привертати увагу та забезпечувати зручність використання;

- **технологічності**: створення ефективних вебкарт вимагає використання передових технологій і методів. Це включає в себе програмне забезпечення, таке як ArcGIS Online, ArcGIS StoryMaps, QGIS, OpenStreetMap, та Google Maps, яке дозволяє створювати інтерактивні карти з багатошаровими просторовими даними. Ці технології сприяють ефективному відображенню, збереженню та опрацюванню географічної інформації;

- **багатоваріантності географічних основ**: для забезпечення гнучкості та адаптивності вебкарт, важливо використовувати різноманітні географічні основи. Це може включати космічні знімки, аерофотозйомку, топографічні карти різного масштабу, OpenStreetMap та інші види географічних даних. Використання різних географічних основ дозволяє урізноманітнити проєкт, забезпечуючи більшу інформативність та візуальну привабливість карт;

- **партнерства**: ефективне вебкартографування вимагає залучення зацікавлених сторін та налагодження міжінституційної співпраці. Це може включати співпрацю з урядовими органами, науковими інституціями, громадськими організаціями, краєзнавцями, іншими фахівцями. Таке партнерство сприяє обміну знаннями, ресурсами та досвідом, що є важливим

чинником створення якісних та інформативних вебкарт. Партнерські відносини також підвищують ефективність роботи над проектом та сприяють досягненню поставлених цілей.

У сукупності ці принципи формують основу для створення якісних, інформативних та користувацько-привабливих вебкарт, які відповідають потребам та інтересам різних груп користувачів.

#### **2.4. Класифікація постмілітарних об'єктів**

У процесі дослідження опрацювання даних про недіючі військові об'єкти є важливим етапом впорядкування та систематизація отриманої інформації. Це передбачає класифікацію об'єктів, що дозволяє застосовувати структурований підхід до їх подальшого аналізу. Такий підхід сприяє не лише впорядкуванню матеріалу, а й виявленню закономірностей у розміщенні, функціонуванні та трансформації військових об'єктів з часом.

Ключовими параметрами для класифікації обрано: тип об'єкта відповідно до його первинного функціонального призначення та часові рамки його функціонування за первинним призначенням, що дозволяє здійснити типологічно-хронологічну систематизацію. Для ширшого розуміння організації постмілітарних об'єктів необхідним є також аналіз історико-військових подій. Особливу увагу доцільно приділити подіям Першої та Другої світових воєн, що суттєво вплинули на стратегічне планування, типологію та географічне розташування військових укріплень.

Кожен тип постмілітарного об'єкта вимагає чіткого визначення та формулювання [168]. Представлення типів постмілітарних об'єктів подано на рисунку 2.16:

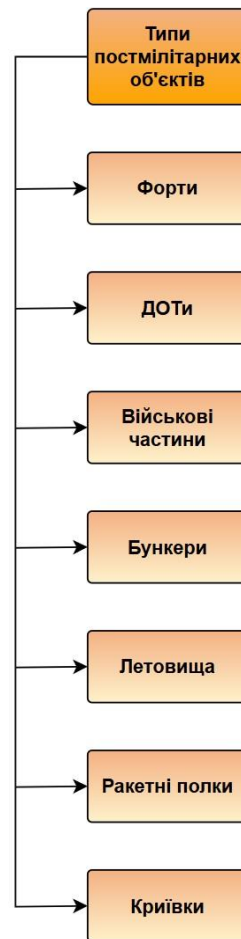


Рис. 2.16. Схема класифікації постмілітарних об'єктів

Кожен з цих типів об'єктів має унікальні архітектурні та функціональні особливості, що відображають їх історичне призначення та роль у воєнних конфліктах.

Дана класифікація є фундаментальною у підході до дослідження постмілітарних об'єктів, оскільки вона не тільки забезпечує групування однотипних об'єктів, але й значно полегшує процес їх ідентифікації та пошуку на інтерактивній карті.

Розподіл досліджуваних об'єктів за часовими рамками дозволяє згрупувати постмілітарні об'єкти відповідно до часу їх створення та використання, а також виявити зміни військової архітектури та стратегій у різні історичні періоди. Такий підхід відкриває можливості для аналізу того, як історичні події, політичні рішення та технологічний розвиток вплинули на проектування та розміщення військових об'єктів.

Хронологічно постмілітарні об'єкти розділяємо на такі періоди [168]:

- *Кінець XIX ст. – початок XX ст.*: період характеризується індустріалізацією та зростанням мілітаризації напередодні Першої світової війни, що відобразилося у типах оборонних споруд;

- *1914-1918 рр., Перша світова війна*: епоха принесла значні зміни у військовій техніці та тактиці, що вплинуло на формування типів оборонних споруд та їх розташування;

- *1919-1939 рр.; міжвоєнний період*: час відновлення та розвитку нових військових стратегій і технологій;

- *1939-1945 рр., Друга світова війна*: епоха зумовила значні зміни у військових технологіях і тактиках, що вплинуло на дизайн та розташування військових об'єктів;

- *1945-1991 рр.; період Холодної війни* (з 1947 р.) відзначений високим рівнем мілітаризації та гонкою озброєнь, що призвело до створення нових типів військових об'єктів;

- *1991 р. – сьогодення*: сучасний період характеризується трансформацією військової стратегії та адаптацією до нових глобальних викликів і технологій.

## **2.5. Етапи інтерактивного вебкартографування постмілітарних об'єктів**

Розроблення технологічної схеми вебкартографування постмілітарних об'єктів має вагоме значення з наукової точки зору з кількох причин:

- *мультидисциплінарний аналіз*: забезпечення основи для аналізу, поєднуючи геодезію, географію, історію, архітектуру, військову науку та інформаційні технології. Це дозволяє глибше зрозуміти значення та роль постмілітарних об'єктів у соціально-культурному та історичному контексті;
- *збереження та архівація даних*: створення технологічних можливостей для збереження та архівації великих масивів даних про постмілітарні об'єкти для майбутніх поколінь дослідників;
- *підтримка прийняття рішень*: технологічна схема сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень на рівні політики та планування, особливо у контексті збереження історичних місць, розвитку туризму та освітніх ініціатив;

- *забезпечення доступності та інтерактивності*: розроблення інтерактивних вебкарт покращує доступність інформації для широкої аудиторії, включаючи науковців, студентів, істориків, громадськість;
- *інноваційні дослідницькі методики*: спонукає до вдосконалення і застосування інноваційних інструментів, таких як 3D-модельовання, доповнена та віртуальна реальність, що відкриває нові перспективи для вивчення та презентації постмілітарних об'єктів.

На рисунку відображено узагальнену технологічну схему вебкартографування постмілітарних об'єктів (рис. 2.17), яка демонструє послідовність і взаємозв'язки у процесі проведення робіт і включає чотири основні етапи, та кінцевий результат у вигляді вебсервісу постмілітарних об'єктів:



Рис. 2.17. Технологічна схема вебкартографування

Етап збору даних напряму залежить від джерел даних та охоплює комплекс заходів, спрямованих на виявлення, первинну ідентифікацію, документування та архівацію інформації щодо об'єктів. Метою цього етапу є формування вичерпної інформаційної основи для подальшого аналізу та опрацювання.

Після етапу збору проводиться опрацювання даних, вони підлягають систематизації та аналізу. На цьому етапі виконується логічна класифікація об'єктів за типологічними, хронологічними та просторовими ознаками, що

дозволяє забезпечити зручність подальшого пошуку, фільтрації та візуалізації інформації (рис. 2.18). Етап включає:

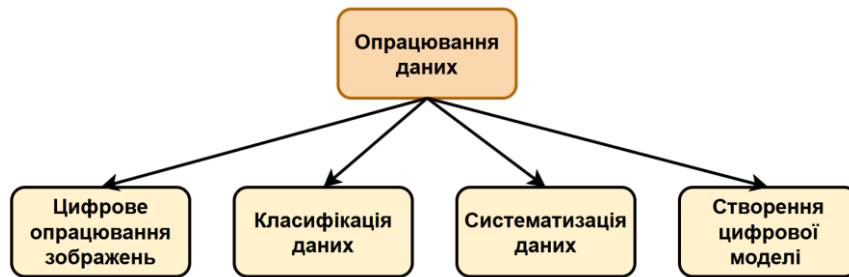


Рис. 2.18. Схема опрацювання зібраних даних

Блок-схему процесу створення та наповнення бази даних, що відображає послідовність дій із внесення даних представлено на рисунку 2.19.

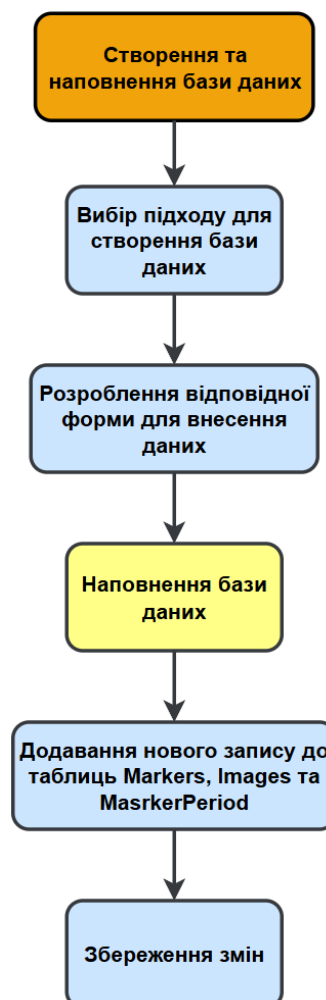


Рис. 2.19. Схема наповнення бази даних

Створення та наповнення бази даних передбачає загальне планування структури БД, визначення таблиць, зв'язків і типів даних. Важливим є вибір

підходу для формування бази даних, наприклад: Code First, Database First або Model First.

Розроблення відповідної форми для внесення даних є важливим у процесі інтеграції користувацького інтерфейсу з базою даних. Така форма виконує проміжну функцію між користувачем та структурою зберігання інформації, забезпечуючи інтуїтивно зрозумілий і зручний інтерфейс.

Оптимально спроектована форма не лише спрощує процес наповнення бази даних, а й мінімізує ймовірність помилок, пов'язаних із введенням некоректної або неповної інформації. Вона може включати поля з підказками, випадаючі списки, а також функції попереднього перегляду введених даних.

*Додавання маркера:* для таблиці Markers створюється новий запис з даними маркера. Значення полів (Id, Name, Description, Type, BuildingPeriod, PreservationState, Location, SourceList, Have3DModel, Latitude, Longitude, GeoLocation) вставляються у відповідні стовпці таблиці. Якщо Id маркера не вказано явно, MSSQL Server генерує унікальний ідентифікатор автоматично.

*Додавання зображень:* для кожного зображення в marker.Images створюється новий запис у таблиці Images. Значення полів (Id, Url, IsTitle, MarkerId) вставляються у відповідні стовпці таблиці. Поле MarkerId встановлюється як зовнішній ключ, який посилається на Id відповідного маркера в таблиці Markers.

*Додавання періодів:* для кожного періоду в marker.MarkerPeriods створюється новий запис у таблиці MarkerPeriod. Значення полів (MarkerId, Period) вставляються у відповідні стовпці таблиці. Поле MarkerId встановлюється як зовнішній ключ, який посилається на Id відповідного маркера в таблиці Markers.

*Збереження змін:* після успішного виконання всіх запитів, зміни зберігаються в базі даних. Нові записи маркера, зображень та періодів стають доступними для подальшого використання.



Кінцевий етап полягає у використанні опрацьованих даних разом із технологічними рішеннями для створення вебсервісу. Етап технічної реалізації вебсервісу показано на рисунку (рис. 2.20):

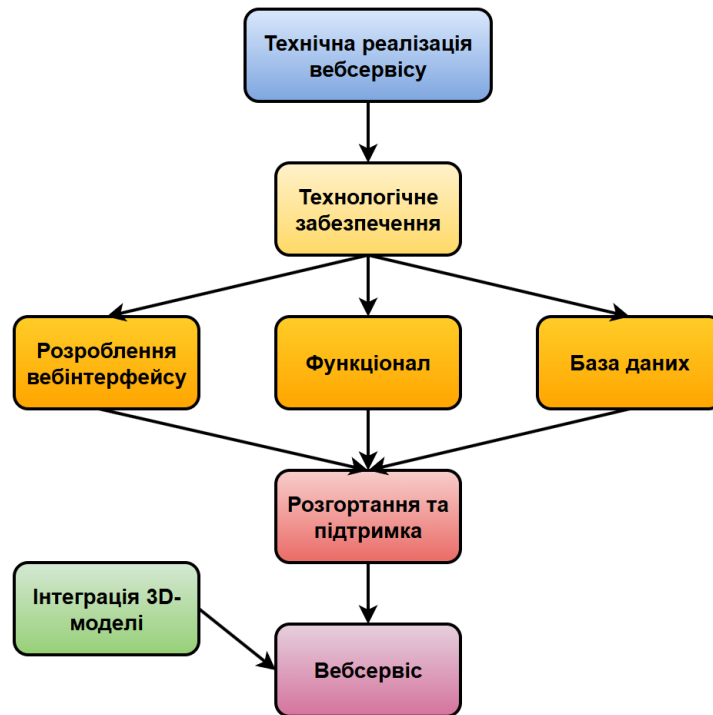


Рис. 2.20. Схема технічної реалізації вебсервісу

Фінальним результатом вищевказаних дій є оприлюднення вебсервісу.

Процес від збору даних до технічної реалізації та розгортання вебсервісу, безсумнівно, є складним і багатоетапним, вимагає інтеграції різноманітних методик, інструментів та відповідних тематичних знань. Кожен крок у цьому процесі має важливе значення у функціонування та ефективній роботі вебсервісу.

## 2.6. Концептуальні та технологічні засади створення вебсервісу постмілітарних об'єктів

### *Концептуальні засади створення вебсервісу:*

*Цілісність даних:* інтеграція розрізнених даних про постмілітарні об'єкти в єдину платформу. Постмілітарні об'єкти часто не мають централізованого обліку. Вебсервіс покликаний об'єднати географічні, історичні, текстові й мультимедійні дані в одному ресурсі, що дозволяє користувачам легко взаємодіяти з цією інформацією;

*Популяризація історико-культурної 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;

*Інтерактивність та адаптивність:* концепція вебсервісу базується на ідеї створення інтерактивного інструменту, який дозволяє користувачам взаємодіяти з об'єктами на інтерактивній карті. 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 військово-історичну та архітектурну 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. Це спрощує підтримку й оновлення структури бази даних, що є важливим для динамічних проєктів;

*Інтерактивні елементи:* функціонал фільтрації за типами та історичними періодами, взаємодія з 3D-моделями, прокладання маршрутів і можливість перегляду розширених даних тощо;

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

*Інтеграція просторових даних:* дозволяє зберігати й аналізувати просторову інформацію, можливість роботи з географічними даними тощо;

*Продуктивність:* забезпечення високої швидкодії, стабільності опрацювання запитів та масштабованості інфраструктури відповідно до можливого збільшення кількості користувачів;

*Інтеграція з геоінформаційними системами:* використання геоінформаційних технологій для інтерактивного відображення об'єктів дозволяє інтегрувати платформу з існуючими ГІС-системами.

Таким чином, запропоновані концептуальні й технологічні засади забезпечать створення комплексного вебсервісу, який інтегрує інформацію про постмілітарні об'єкти Львівської області у глобальний цифровий простір, поєднуючи у собі гнучкість, функціональність та ефективність, що сприятиме довготривалому збереженню та популяризації постмілітарної спадщини.

## **Висновки до розділу 2**

1. Проведено польові дослідження, в тому числі із застосуванням наземного лазерного сканування. Вони дозволили уточнити географічне положення, виявити сучасний стан та отримати візуальний матеріал. Реалізовано геоприв'язку австрійської топографічної карти в середовищі QGIS, для отримання актуальних координат об'єктів Миколаївської фортеці, що підтверджено високим рівнем точності (СКП — 3,94 м). Здійснено поетапний збір, верифікацію та структурування інформації щодо 31 комплексів постмілітарних об'єктів, що дало змогу закласти основу для створення якісної просторової бази даних. Визначено типи даних, необхідних для цифрової репрезентації постмілітарних об'єктів, охарактеризовано критерії їхньої достовірності, актуальності, охоплення та інтероперабельності.

2. Встановлено типологічну та хронологічну класифікації постмілітарних об'єктів, що забезпечує впорядковане представлення даних у вебсервісі. Сформульовано теоретико-методичні принципи вебкартографування постмілітарних об'єктів, які слугують методологічним підґрунтям для розроблення вебсервісу та визначають вимоги до візуального, функціонального й інформаційного наповнення.

3. На основі загальних принципів системного підходу та аналізу предметної сфери дослідження розроблено класифікацію постмілітарних об'єктів. Основою класифікації стали функціональне призначення та часові рамки існування об'єктів, що дозволило виявити закономірності та особливості їхнього розвитку у різні історичні періоди.

4. Розроблено поетапну технологічну схему створення вебсервісу — від збору та опрацювання даних, створення та наповнення бази даних до технічної реалізації вебсервісу. Визначено функціональні компоненти, зокрема: базу даних, механізм додавання маркерів, структуру таблиць і логіку інтеграції просторових і мультимедійних даних. Концептуальні та технологічні засади розроблення вебсервісу охоплюють сучасні підходи до інтерактивної візуалізації, фільтрації за типами та періодами, використання 3D-моделей, мобільну адаптивність і інтеграцію з ГІС-системами.

## РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ ВЕБСЕРВІСУ ПОСТМІЛІТАРНИХ ОБ’ЄКТІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 3.1. Технологічне забезпечення вебсервісу постмілітарних об’єктів

Вибір стеку технологій, який відповідає вимогам вебсервісу, є важливим кроком для реалізації розробки (рис. 3.1). Технологічний стек — це набір технологій, які використовуються для розроблення застосунку [112]. Він включає мови програмування, фреймворки — програмні каркаси або інфраструктура для побудови застосунків [43], бази даних, інструменти фронтенду та бекенду, а також API. Під час вибору технології потрібно враховувати фактори безпеки, комбінаторність, масштабованість та інтеграцію з іншими системами.

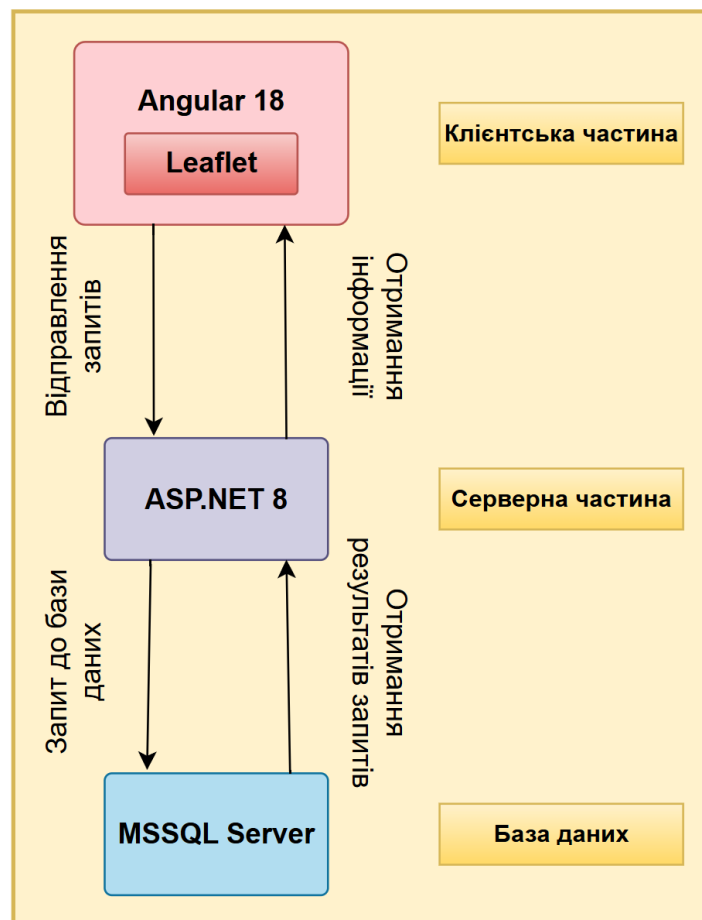


Рис. 3.1. Процес взаємодії між клієнтською частиною, серверною частиною та базою даних

**Клієнтська частина** (frontend) вебсервісу реалізована на основі Angular 18, що забезпечує розроблення динамічних, інтерактивних та адаптивних

інтерфейсів користувача. Використання цієї технології сприяє реалізації функціональних інтерактивних компонентів, таких як маркери, спливаючі вікна та панелі інструментів, що суттєво підвищує якість взаємодії з інтерфейсом. Завдяки високій продуктивності Angular 18 забезпечується плавна візуалізація даних, адаптивність до різних розмірів екранів та стабільне функціонування вебсервісу незалежно від типу пристрою користувача [80].

Frontend – це клієнтська частина застосунку, яка відповідає за візуальне представлення інформації та взаємодію з користувачем у браузері. Анімація, кнопки, текст, спливаючі вікна та інші елементи, з якими ми взаємодіємо, реалізовані за допомогою фронтенду [108].

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';
```

Це дозволяє використовувати Leaflet у структурі компонентів, забезпечуючи повноцінну реалізацію функціоналу інтерактивної карти, включаючи ініціалізацію шару, роботу з координатами, об'єктами просторової прив'язки та іншими можливостями. Таким чином, поєднання Angular та Leaflet створює гнучке, продуктивне середовище для розроблення інтерактивних вебкартографічних сервісів.

**Серверна частина** (backend) вебсервісу реалізована з використанням ASP.NET 8, високопродуктивна серверна технологія, розроблена корпорацією Microsoft, яка забезпечує масштабовану інфраструктуру для обслуговування вебзастосунків. Дана платформа виконує низку ключових функцій, серед яких — опрацювання запитів від клієнтської частини, реалізація бізнес-логіки, а також управління транзакціями та доступом до бази даних [141].

Висока продуктивність ASP.NET 8, у поєднанні з вбудованими механізмами багаторівневої безпеки (включаючи автентифікацію, авторизацію, захист від атак типу CSRF, XSS, SQL-ін'єкцій тощо), забезпечує стабільну роботу вебсервісу в умовах інтенсивного навантаження. Актуально у контексті реалізації інтерактивних картографічних вебсервісів, які передбачають опрацювання великого обсягу просторових та атрибутивних даних у режимі реального часу.

Backend – це серверна частина застосунку, відповідальна за опрацювання запитів, збереження даних, а також взаємодію з базою даних та іншими службами. Забезпечує взаємодію з внутрішніми даними, які потім відображає клієнтська частина [108].

**Система управління базами даних** Microsoft SQL Server (MSSQL) використовується для зберігання даних. Дані, що стосуються картографічних елементів, маркерів, користувацької активності та супровідної атрибутики, організовано відповідно до принципів реляційного моделювання, що гарантує логічну структуру, збереження зв'язків між об'єктами та узгодженість даних. MSSQL підтримує складні запити та має вбудовані механізми захисту даних, що дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого доступу [142].

У бекенді застосовано патерни *Repository* та *Service Layer*:

*Repository Pattern* відокремлює логіку доступу до даних, що робить код незалежним від конкретної реалізації бази даних та підвищує гнучкість системи [159].

*Service Layer* охоплює бізнес-логіку, відділяючи її від контролерів, що робить останні більш сфокусованими на опрацюванні HTTP запитів та покращує загальну організацію бекенду [88].

Реалізацію згаданих підходів подано відповідно у додатках Г та Д.

Патерни – це типові архітектурні рішення проблем, котрі часто зустрічаються під час розроблення ПЗ. Їхня інша назва – шаблони [119].



Модульна архітектура вебсервісу, заснована на патернах Repository та Service Layer, забезпечить кращу масштабованість та підтримуваність коду, що є важливим для довгострокової експлуатації та подальшого розвитку вебсервісу.

Використання контролерів в ASP.NET Core є фундаментальним оскільки контролери виступають першою точкою входу для вебзапитів, відповідаючи за отримання запитів, координацію дій для їх опрацювання та формування HTTP-відповідей, код подано в додатку Е.

Контролер — це компонент (модуль) архітектури, у якому зберігається код, що відповідає за опрацювання дій користувача. Саме через контролер користувач вносить зміни до моделі, тобто змінює дані, які в ній зберігаються [120].

### **3.1.1. Обґрунтування вибору стеку технологій для розроблення вебсервісу**

Вибір технологій базується на аналізі переваг і обмежень кожного з елементів стеку у порівнянні з альтернативними технологіями. Основна увага зокрема приділяється критеріям продуктивності, безпеки, підтримки сучасних стандартів веброзробки, гнучкості інтеграції, а також наявності довгострокової підтримки.

Angular 18 є високорівневою платформою для розроблення односторінкових вебзастосунків (SPA), що забезпечує інтегрований підхід до управління інтерфейсом, маршрутизацією, формами та службами взаємодії з API. Однією з ключових переваг Angular є типізація на основі TypeScript, яка сприяє зниженню ймовірності помилок на етапі компіляції та оптимізує процес налагодження. Впровадження standalone-компонентів у версії 18 дозволяє зменшити залежності та забезпечити вищий рівень модульності, що є важливим у проєктах з багаторівневою структурою картографічного інтерфейсу. Standalone-компоненти, директиви та пайпи покликані спростити процес розробки, зменшуючи потребу у використанні NgModule (основних структурних одиниць до Angular 14) [80].

Angular 18 також демонструє високу продуктивність у візуалізації складних компонентів дизайну інтерфейсу користувача. Зокрема, згідно з метриками Lighthouse, Angular забезпечує завантаження інтерфейсу за 1.2 с, що є конкурентним показником у порівнянні React (0,8 с) і Vue.js (1,7 с). У контексті інтерактивних карт важливою є оптимізована робота з об'єктною моделлю документа та можливість реалізації певних функцій для взаємодії з маркерами, шарами та інформаційними вікнами.

Попри свою функціональну повноту та продуктивність, має кілька суттєвих обмежень у порівнянні з альтернативами, такими як React чи Vue.js. Angular 18 характеризується жорсткішою структурою проєкту, що обмежує гнучкість, у порівнянні з React або Vue.js [137] [191].

Порівняно з React, Angular 18 має менш розвинену екосистему та спільноту, що обмежує можливості інтеграції сторонніх рішень. Підтримка мікрофронтендів залишається обмеженою — впровадження таких архітектур потребує додаткових налаштувань.

У порівнянні з аналогами ASP.NET 8 демонструє хорошу продуктивність, яка в окремих випадках опрацювання паралельних запитів перевершує Node.js у 10 разів, а Go — у 5 разів. Це забезпечує швидке опрацювання запитів до бази даних та динамічну генерацію просторових відповідей.

Крім того, ASP.NET 8 надає вбудовану підтримку RESTful API, автентифікації, захисту від атак (XSS, CSRF, SQLi), шифрування та реєстрації, що дозволяє забезпечити відповідність вимогам до кібербезпеки в умовах відкритого вебсередовища. Наявність статусу довготривалої підтримки (Long-Term Support, LTS) гарантує стабільність технології протягом трьох років, що є критичним для тривалих проєктів [100].

Серед обмежень — менш гнучка мультиплатформеність порівняно з Node.js, хоча останні версії .NET значно розширили підтримку Linux- і macOS-середовищ [161]. Щоб досягти максимальної швидкості та стабільності роботи ASP.NET 8, доцільно використовувати сервери з високою обчислювальною потужністю. Однак це збільшує загальні витрати на серверне забезпечення.

Для реалізації проєкту використано Microsoft SQL Server (MSSQL) як основну СУБД для зберігання просторових та атрибутивних даних. MSSQL характеризується високим рівнем захисту інформації, зокрема завдяки вбудованим засобам контролю доступу, ролей користувачів, шифрування та іншим. Це дозволяє ефективно обмежувати доступ до конфіденційних даних [142].

Архітектура MSSQL базується на реляційній моделі з підтримкою ACID-властивостей, що гарантує цілісність, узгодженість і стійкість до збоїв при роботі. Інструменти бізнес-аналітики, що інтегровані в MSSQL (зокрема SQL Server Analysis Services та Reporting Services), створюють додаткові можливості для аналізу просторових даних, побудови звітів і створення інтерпретаційної статистики [142].

До недоліків можна віднести закриту ліцензійну модель, яка вимагає комерційної ліцензії у разі розгортання на незалежному сервері з великим навантаженням. Оскільки база даних розміщена на хостинговій платформі, У межах обраного хостингового середовища застосовується відповідна ліцензія. Іншим обмеженням є вищі вимоги до обчислювальних ресурсів порівняно з легшими СУБД (наприклад, SQLite або PostgreSQL).

Від вибору залежить не лише функціональність і масштабованість рішення, але й продуктивність, сумісність з іншими компонентами та доступність інтеграції з зовнішніми сервісами. На сьогодні серед найбільш поширених інструментів використовуються Leaflet, OpenLayers, Mapbox GL JS, Google Maps API та ArcGIS API for JavaScript. Кожна з цих бібліотек має власну спеціалізацію, функціональні пріоритети та призначена для вирішення певного класу задач.

Обґрунтуванням вибору Leaflet є її переваги, зокрема простота впровадження, компактність (менш як 50 кБ у стислому вигляді), швидкодія навіть на пристроях із низькою обчислювальною потужністю, велика кількість готових плагінів, незалежність від API-ключів або прив'язки до певного картографічного провайдера, а також активна спільнота [79]. Це робить Leaflet особливо привабливою для освітніх, краєзнавчих, туристичних і громадських

проектів, що не потребують високої складності візуалізації або глибокої просторової аналітики.

Обмеження Leaflet полягають у відсутності підтримки WebGL і тривимірної графіки, що звужує її застосування у порівнянні з Mapbox GL JS або ArcGIS API for JavaScript. Leaflet не орієнтована на реалізацію складних ГІС-функцій, також вона не надає вбудованих базових шарів — на відміну від Google Maps чи Mapbox — що вимагає самостійного налаштування джерел картографічних тайлів [79] [110] [134].

Узагальнюючи, Leaflet оптимально підходить для розроблення вебзастосунків з базовою інтерактивністю, швидким завантаженням, адаптивною версткою та невеликими вимогами до опрацювання геоданих. Її використання доцільне у локальних дослідницьких і освітніх проєктах, а також для створення MVP або картографічних візуалізацій, де критичною є відкрита ліцензія, простота реалізації та незалежність від зовнішніх API-сервісів.

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.

Придбано доменне ім'я **«post-militaryobjects.com»**, якк забезпечує унікальну адресну ідентифікацію вебсервісу в глобальній мережі Інтернет.

### **3.2. Створення бази даних постмілітарних об'єктів**

Ефективне управління даними є однією з ключових задач при створенні вебсервісу, що вимагає застосування гнучких та надійних рішень щодо проєктування бази даних. Було обрано підхід Code First, сутність якого полягає у проєктуванні бази даних безпосередньо з об'єктно-орієнтованої моделі на рівні коду, що важливо для проєктів з інтенсивним розвитком функціональності [139].

У вебсервісі для візуалізації просторових об'єктів застосування Code First забезпечує повний контроль над моделлю даних, що забезпечує гнучкість при

розширенні типів маркерів, хронологічних типів чи функціональних модулів. Автоматизоване формування схеми бази даних значно спрощує процес оновлення й зменшує ризик помилок [139].

З технічної точки зору, даний підхід є оптимальним для екосистеми ASP.NET 8, у межах якої функціонує серверна частина вебсервісу. У поєднанні з Angular 18 на фронтенді, Code First дозволяє реалізувати швидке прототипування, адаптацію, а також ефективну інтеграцію з патернами Repository та Service Layer.

У порівнянні з альтернативами:

- підхід Database First передбачає початкове проєктування і реалізацію реляційної бази даних із подальшою генерацією об'єктної моделі даних на її основі. Такий підхід є доцільним у випадках, коли структура бази вже існує або її розробка є пріоритетною на ранніх етапах проєкту. Він забезпечує тісну відповідність між логічною структурою бази даних і моделлю, що використовується на рівні прикладного коду [140];

- підхід Model First передбачає початкове створення концептуальної моделі даних у вигляді структурних компонентів, зв'язків і атрибутів, що відображають предметну область. На основі цієї моделі автоматично генерується схема бази даних. Такий підхід дозволяє розробнику зосередитися на структурі й логіці застосунку до створення фізичної моделі зберігання, що особливо зручно на етапі проєктування складних доменних моделей [143].

Code First забезпечує автоматичну генерацію структури бази даних, включаючи таблиці, стовпці, індекси та зв'язки, без необхідності попереднього створення схеми бази даних або написання SQL-запитів. Зв'язок між класами Image та Marker встановлюється 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 [139].

Схема бази даних у вигляді ER-діаграми (Entity-Relationship diagram) слугує візуальним інструментом для формалізованого опису структури бази

даних, відображаючи таблиці, їхні атрибути та логічні зв'язки між ними (рис. 3.2, 3.3, 3.7).

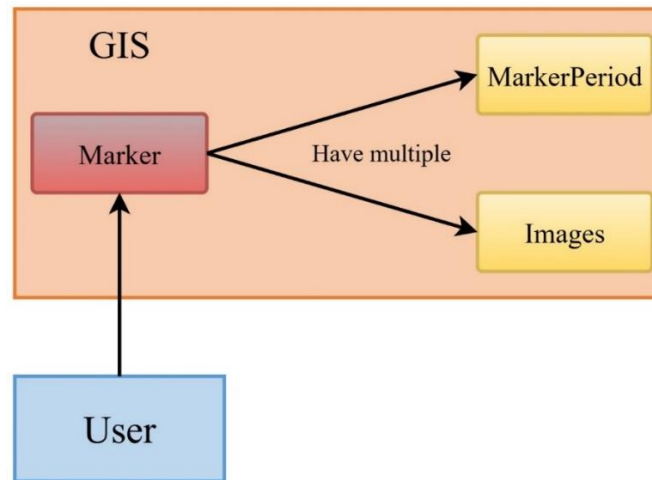


Рис. 3.2. Схема зв'язків між таблицями у базі даних

**GIS-складова** бази даних представлена у вигляді взаємопов'язаних таблиць, де основною таблицею є Marker, що містить просторові характеристики та описові параметри постмілітарного об'єкта. З нею пов'язані додаткові таблиці MarkerPeriod (періоди експлуатації) та Images (мультимедійні матеріали) (рис.3.3).

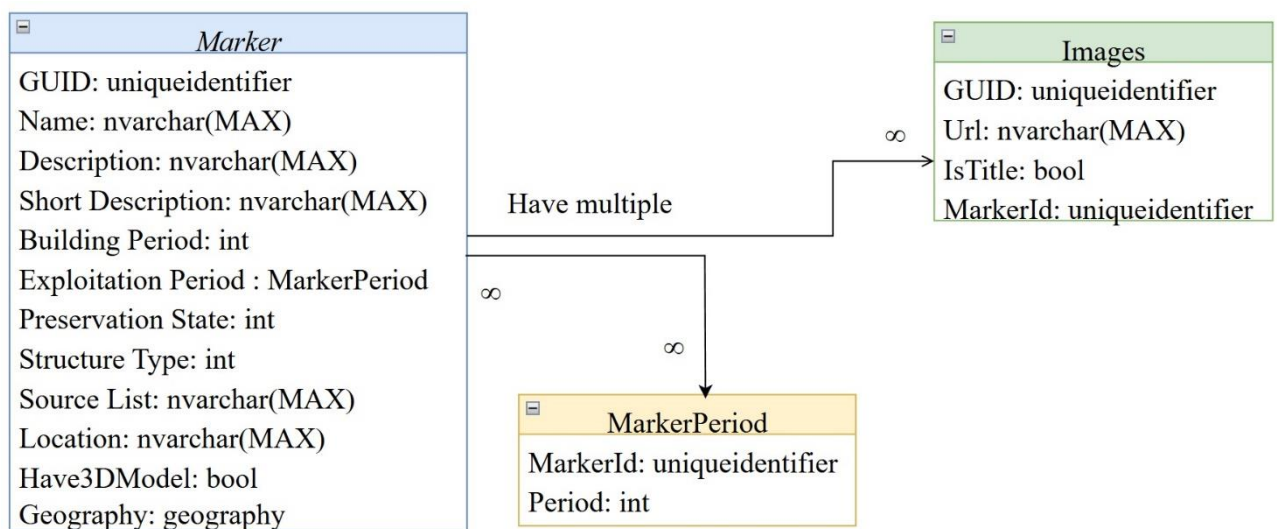


Рис. 3.3. GIS-складова бази даних

Структура таблиці Marker (рис.3.4):

1. Id (uniqueidentifier) – унікальний ідентифікатор маркера, який не повторюється. Це первинний ключ таблиці.

2. Name (nvarchar(MAX)) – назва маркера, текстове поле без обмеження довжини.
3. Description (nvarchar(MAX)) – детальний опис маркера, текстове поле без обмеження довжини.
4. Type (int) – тип маркера, зберігається як ціле число, яке відповідає певному типу (наприклад, 1 – Форт, 2 – Доти і т.д.).
5. BuildingPeriod (int) – період будівництва маркера, зберігається як ціле число, яке відповідає певному періоду (наприклад, 0 – Кінець XIX ст. – початок XX ст., 1 – 1914-1918 рр. і т.д.).
6. PreservationState (int) – стан збереження маркера, зберігається як ціле число, яке відповідає певному стану (наприклад, 0 – Частково зруйнований, 1 – Частково зруйнований, хороший стан і т.д.).
7. Location (nvarchar(MAX)) – місцезнаходження маркера, текстове поле без обмеження довжини.
8. SourceList (nvarchar(MAX)) – список джерел інформації про маркер, текстове поле без обмеження довжини.
9. Latitude (float) – широта розташування маркера, число з плаваючою комою.
10. Longitude (float) – довгота розташування маркера, число з плаваючою комою.
11. Have3DModel (bit) – прапорець, який вказує, чи має маркер 3D-модель (1 – так, 0 – ні).
12. ShortDescription (nvarchar(MAX)) – короткий опис маркера, текстове поле без обмеження довжини.

| Results Spatial results Messages |                   |                           |                   |      |                |                   |              |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|------|----------------|-------------------|--------------|
|                                  | Id                | Name                      | Description       | Type | BuildingPeriod | PreservationState | Location     |
| 1                                | E2D53E26-038A-... | Військова частина Е6398   | Військова част... | 3    | 4              | 6                 | с. Липівка   |
| 2                                | 6D6A967C-4A6B-... | Форт «Лисічка»            | Форт «Лисічка...  | 1    | 0              | 0                 | Биків        |
| 3                                | 8CD9F56F-BCA3-... | 270 зенітно-ракетний п... | Перший ЗРДН[...   | 4    | 4              | 5                 | с. Луки      |
| 4                                | 54403FDE-43A4-... | Форт "Марушка Ліс"        | Форт "Марушк...   | 1    | 0              | 0                 | Львівська... |
| 5                                | B39A38D9-FB49-... | Криївка УПА, смт Брю...   | Реконструйова...  | 7    | 3              | 2                 | смт Брюх...  |
| 6                                | 83DA2479-161B-... | Військова частина 55737   | "Військова час... | 3    | 4              | 0                 | Львів        |
| 7                                | 41AFF1AF-2FDF-... | Львівська цитадель        | Львівська цита... | 1    | 0              | 2                 | Львів        |
| 8                                | B9FF4624-D5E4-... | Вежа цитаделі III         | Перебуває у на... | 1    | 0              | 0                 | Львів        |
| 9                                | 90D7F9BA-4246-... | Миколаївська фортеця      | Миколаївська ...  | 1    | 0              | 0                 | Миколаєв     |

Рис. 3.4. Фрагмент таблиці Marker у базі даних

Структура таблиці Images (рис. 3.5):

1. ID (uniqueidentifier) – унікальний ідентифікатор зображення, який ніколи не повторюється. Це первинний ключ таблиці.
2. URL (nvarchar(MAX)) – шлях до файлу зображення на сервері, текстове поле без обмеження довжини.
3. IsTitle (bit) – прапорець, який вказує, чи є зображення головним для маркера (зараз не використовується).
4. MarkerId (uniqueidentifier) – зовнішній ключ, який вказує на маркер, до якого належить зображення. Це зв'язок "один до багатьох" з таблицею маркерів.

| Results Messages |                                 |                                     |         |                                      |
|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|
|                  | Id                              | Url                                 | IsTitle | MarkerId                             |
| 1                | FEDC5D63-FD52-4C32-9110-04B...  | /uploads/8fc67774-a945-42c3-b7d...  | 0       | 6A55AD43-D854-447F-9CF4-F6EA6E057A11 |
| 2                | 917C96B1-1299-4C67-B7E7-08A8... | /uploads/577e043a-9c33-4e5b-97...   | 0       | 5B507E79-FD49-48DD-9596-655F09FB6E37 |
| 3                | D2897AA5-5374-4B82-C122-08DC... | /uploads/ed714f1f-0b3b-42ac-b7a...  | 0       | 54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A |
| 4                | 1953BD1E-B23C-4EF1-FF15-08D...  | /uploads/660e5d13-1529-4908-ab...   | 0       | 54F1EE17-9242-4A77-B77F-445B42D0AEF6 |
| 5                | A3BAAD4E-38D2-4E68-B7E1-08D...  | /uploads/223608e2-8438-4ce3-be...   | 0       | 54F1EE17-9242-4A77-B77F-445B42D0AEF6 |
| 6                | A26CCA0A-BE05-42EB-C8D6-08D...  | /uploads/694dcc52-e301-4870-92f...  | 0       | BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3 |
| 7                | C3DBA2A9-74C5-47CF-C8D7-08D...  | /uploads/59a5fd0f-b7ed-4aeb-bef0... | 0       | BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3 |
| 8                | A290C47A-9B23-41FC-C8D8-08D...  | /uploads/18953ae2-5a88-49f8-997...  | 0       | BF548E2B-01F6-4797-AAD8-4E72FB6BD4B3 |
| 9                | 8786D0B7-E84D-45F8-555A-08D...  | /uploads/20df41a8-aedc-4259-bc8...  | 0       | 54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A |
| 10               | 88182631-AE1F-411A-555B-08DC... | /uploads/eb8389c0-f38c-4a6d-b62...  | 0       | 54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A |

Рис. 3.5. Фрагмент таблиці Images у базі даних

Таблиця MarkerPeriod призначена для зберігання інформації про періоди експлуатації об'єктів (рис.3.6). Вона дозволяє встановити зв'язок «один до багатьох» між маркерами та їх періодами експлуатації, тобто один маркер може мати кілька періодів експлуатації.

|    | MarkerId                             | Period |
|----|--------------------------------------|--------|
| 1  | 6D6A967C-4A6B-485E-B6B6-0C7F1A7D8000 | 0      |
| 2  | 6D6A967C-4A6B-485E-B6B6-0C7F1A7D8000 | 1      |
| 3  | 54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A | 0      |
| 4  | 54403FDE-43A4-428C-B022-105DBA1A0D0A | 1      |
| 5  | 41AFF1AF-2FDF-4C1A-9DFC-2DAF40135CAB | 0      |
| 6  | 41AFF1AF-2FDF-4C1A-9DFC-2DAF40135CAB | 1      |
| 7  | 41AFF1AF-2FDF-4C1A-9DFC-2DAF40135CAB | 2      |
| 8  | 41AFF1AF-2FDF-4C1A-9DFC-2DAF40135CAB | 3      |
| 9  | B9FF4624-D5E4-439D-904C-34BB543CF639 | 0      |
| 10 | B9FF4624-D5E4-439D-904C-34BB543CF639 | 1      |

Рис. 3.6. Фрагмент таблиці MarkerPeriod у базі даних

Структура таблиці MarkerPeriod:



1. **MarkerId (uniqueidentifier)** – зовнішній ключ, який вказує на маркер, до якого належить період експлуатації. Це зв'язок "багато до одного" з таблицею маркерів.

2. **Period (int)** – період експлуатації маркера, зберігається як ціле число, яке відповідає певному періоду (наприклад, 0 - Кінець XIX ст. – початок XX ст., 1 - 1914-1918 pp. і т.д.).

**User-складова** бази даних відповідає за управління обліковими записами, автентифікацію та авторизацію користувачів у системі (рис.3.7). Вона реалізована на основі моделі ASP.NET Identity, що забезпечує керування ролями, дозволами, методами входу та додатковими атрибутами користувача. Схема включає ключові таблиці: *AspNetUsers*, *AspNetRoles*, *AspNetUserRoles*, *AspNetUserLogins* та *AspNetUserClaims*, між якими реалізовано зв'язки для повноцінної взаємодії та збереження цілісності даних [141].

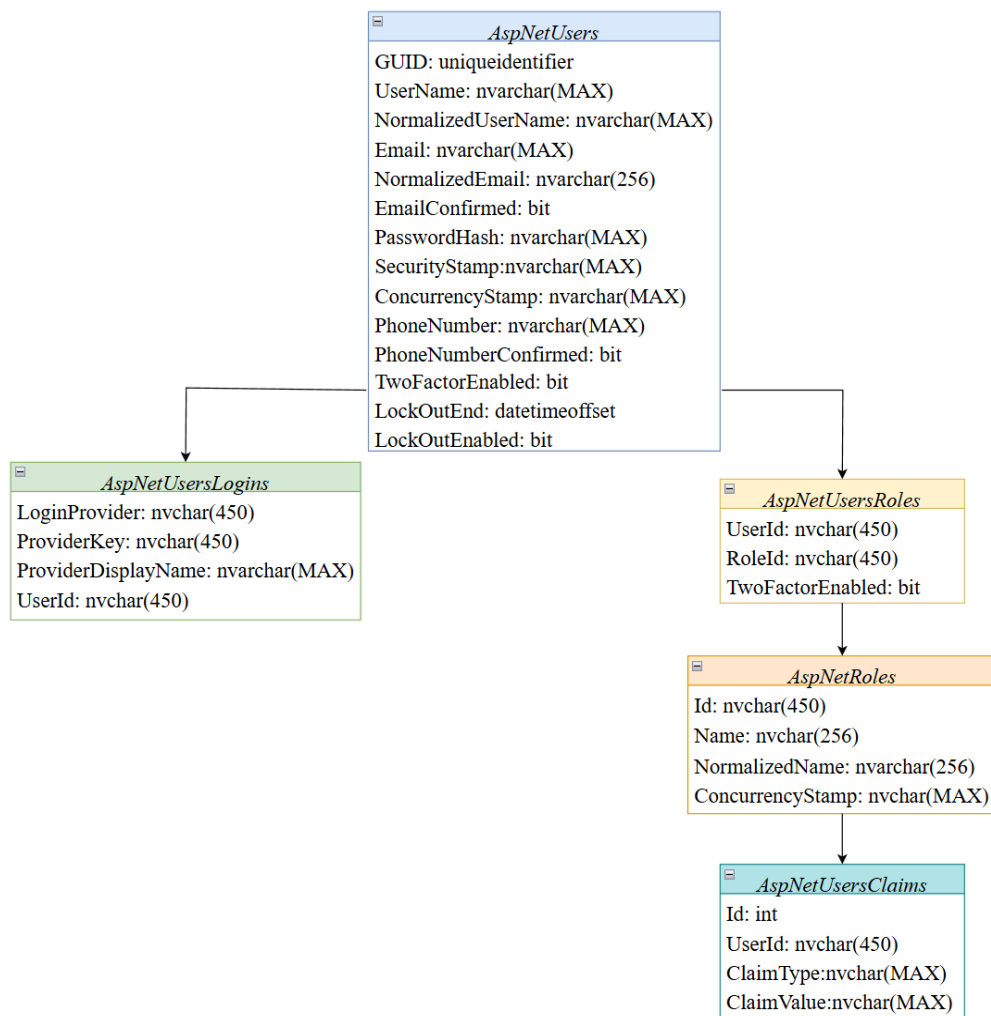


Рис. 3.7. User-складова бази даних

Таблиця `AspNetUsers` є основною таблицею для зберігання даних користувачів. Вона містить інформацію про профіль, таку як ім'я користувача, email, хеш пароля, а також додаткові дані для безпеки (наприклад, `SecurityStamp`, `LockoutEnd` тощо).

Таблиця `AspNetUserRoles` містить інформацію про ролі, які використовуються для організації авторизації в застосунку. Кожен запис представляє окрему роль (наприклад, "Admin", "User").

Таблиця `AspNetRoles` зберігає претензії (claims), які асоційовані з певною роллю. Вона визначає, які саме операції або дозволи надаються ролі. Оскільки один запис у `AspNetRoles` може мати кілька претензій, тут встановлено зв'язок «один до багатьох».

Таблиця `AspNetUserClaims` зберігає дані про претензії, які відповідають конкретним правам доступу. Такий підхід дозволяє керувати додатковими атрибутами і правами доступу конкретного користувача. Зв'язок «один до багатьох» забезпечує, що один користувач може мати декілька претензій, що значно спрощує реалізацію претензійного підходу до авторизації.

Претензія (claim) — це пара «тип – значення», яка представляє собою інформацію про користувача, таку як ім'я, роль або адреса електронної пошти. Претензії використовуються для прийняття рішень щодо авторизації в системах з ідентифікацією [146].

Таблиця `AspNetUserLogins` зберігає інформацію про зовнішні (соціальні) логіни користувачів. Цей зв'язок реалізовано як «один до багатьох»: один користувач може мати декілька записів у `AspNetUserLogins`, кожен з яких відповідає окремому способу аутентифікації.

Розділення даних по таблицях дозволяє ASP.NET Core Identity управляти інформацією про користувачів, ролі та претензії, підтримуючи як базову, так і розширену авторизацію [141].

База даних «*MapsDb*» реалізована на основі реляційної моделі, яка забезпечує структуроване зберігання, логічну організацію та ефективне

опрацювання просторово-атрибутивної інформації. Структура охоплює взаємозв'язані таблиці для представлення різних типів інформації (рис. 3.8).

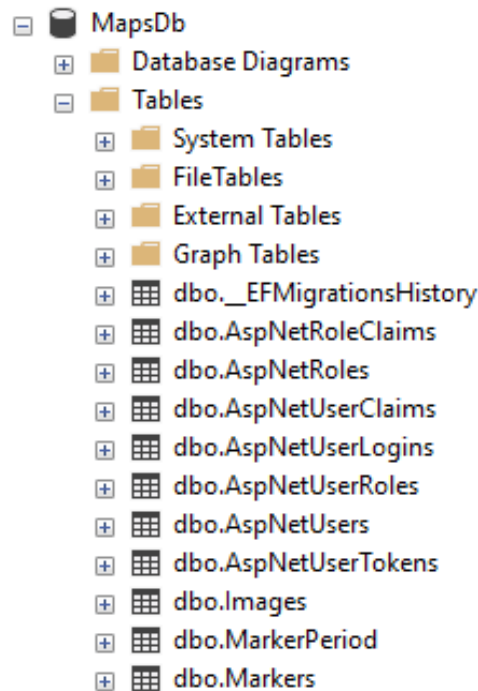


Рис. 3.8. Структура бази даних “MapsDb”

#### *Процес внесення інформації у базу даних через вебсервіс*

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

Фрагмент програмного коду функції AddMarker:

```
addMarker(latlng: L.LatLng, iconUrl: string, popupContent: string): L.Marker {
    console.log('Adding marker at:', latlng);
    let marker: L.Marker;
    try {
        // Create a custom icon if an icon URL is provided
        if (iconUrl) {
            const customIcon = L.icon({
                iconUrl: iconUrl,
                iconSize: [38, 25],
                iconAnchor: [22, 24],
                popupAnchor: [-3, -26]
```

```

    });
    // Create the marker without adding it directly to the map
    marker = L.marker(latlng, { icon: customIcon }).bindPopup(popupContent);
  } else {
    // Create a default marker without adding it directly to the map
    marker = L.marker(latlng).bindPopup(popupContent);
  }
} catch (error) {
  // Fallback to a default marker in case of an error
  marker = L.marker(latlng).bindPopup(popupContent);
}
// Add event listener for when the popup is opened
marker.on('popupopen', (e: L.LeafletEvent) => {
  const popupElement = (e.target as L.Marker).getPopup()?.getElement();
  if (popupElement) {
    const routeLink = popupElement.querySelector('.route-link') as
HTMLInputElement;
    if (routeLink) {
      console.log('Route link found in popup');
    }
  }
});
return marker;
}

```

Функція `AddMarker` реалізує додавання точкових об'єктів до інтерактивної карти. Вона приймає вхідні параметри, що включають координати об'єкта (широта та довгота), шлях до графічного ресурсу (URL іконки) та зміст спливаючого вікна. На основі цих параметрів формується кастомізований маркер із візуально заданим виглядом, який відображається на карті та реагує на взаємодію з користувачем через показ контекстного вікна.

Кожному маркеру, залежно від типу, присвоюється відповідний значок. Після цього маркери відображаються на карті відповідно до їх географічних координат.

Фрагмент коду, який відповідає за вибір відповідної іконки залежно від типу об'єкта:

```
export const iconConfig = {
  [StructureType.Fort]: 'assets/icons/fort-icon.svg',
  [StructureType.Pillbox]: 'assets/icons/pillbox-icon.svg',
  [StructureType.MilitaryUnit]: 'assets/icons/military-unit-icon.svg',
  [StructureType.MissileRegiment]: 'assets/icons/missile-regiment-icon.svg',
  [StructureType.Airfield]: 'assets/icons/airport-icon.svg',
  [StructureType.Bunker]: 'assets/icons/bunker-icon.svg',
  [StructureType.Hideout]: 'assets/icons/hideout-icon.svg',
  default: 'assets/icons/default-icon.svg'
};
```

У фрагментах коду, наведених нижче, представлено реалізацію механізму клієнтських запитів, яка відповідає за ініціацію HTTP-запитів до серверної частини для отримання даних про маркери у вебсервісі.

Зокрема:

- `getMarker` — відповідає за отримання інформації про конкретний маркер на основі його унікального ідентифікатора (GUID). Необхідна функціональність при виборі користувачем конкретного об'єкта на інтерактивній карті, наприклад, для відображення розширеної інформації у спливаючому вікні;

```
getMarkers(): Observable<Marker[]> {
  return this.apiService.get<Marker[]>(this.endpoint);
}
```

- `getMarkers` — реалізує запит до API для отримання повного списку наявних маркерів, що зберігаються у базі даних.

```
getMarkers(): Observable<Marker[]> {
  return this.apiService.get<Marker[]>(this.endpoint);
}
```

```
}
```

- `getMarkersByStructureTypeAndPeriod` — реалізує запит з використанням фільтрів за параметрами типу об'єкта та періоду його функціонування. Динамічно формує відображення значків на інтерактивній карті відповідно до заданих критеріїв пошуку.

```
getMarkersByStructureTypeAndPeriod(structureTypes: StructureType[], periods:
Period[]): Observable<Marker[]> {
    let params = new HttpParams();
    structureTypes.forEach(type => {
        params = params.append('structureTypes', type.toString());
    });
    periods.forEach(period => {
        params = params.append('periods', period.toString());
    });
    return this.apiService.get<Marker[]>(`${this.endpoint}/filter`, params);
}
```

### *Робота з періодами та типами*

При розробленні коду застосовуємо підхід, коли значення перерахувань (enums) зберігаються в базі даних як цілі числа (int), а на фронтенді відображаються відповідні текстові описи. Цей метод має кілька ключових етапів.

У серверній частині (папка `Maps.Core.Enums`) визначено перерахування для різних властивостей маркера, таких як `Period`, `PreservationState` та `StructureType`. Кожне значення перерахування має унікальний числовий ідентифікатор, а також атрибут `Description`, який містить текстовий опис відповідного значення.

На клієнтській частині у HTML-шаблоні використовуються елементи `<select>` для відображення випадаючих списків з опціями, що відповідають значенням перерахувань. Це дозволяє користувачам легко вибирати потрібні параметри з текстовими описами, при цьому у базу даних зберігаються відповідні числові значення.

Коли користувач взаємодіє з формою на фронтенді, він бачить текстові описи, що забезпечує зручність і зрозумілість інтерфейсу. Після відправлення даних на сервер, текстові описи конвертуються у відповідні числові ідентифікатори, які зберігаються в базі даних.

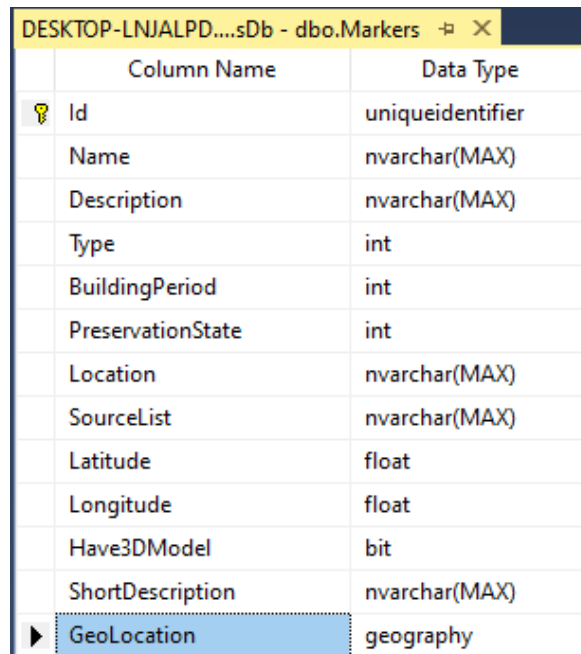
При зміні типів або періодів у сервісі фільтрації, компонент інтерактивної карти отримує оновлення. Функція `filterMarkers`, виконує фільтрацію масиву маркерів відповідно до обраних типів структур (`selectedStructureTypes`) і часових періодів (`selectedPeriods`):

```
private filterMarkers(markers: Marker[], selectedStructureTypes:
StructureType[], selectedPeriods: Period[]): Marker[] {
    return markers.filter((marker: Marker) => {
        return this.isMarkerVisible(marker, selectedStructureTypes, selectedPeriods);
    });
}
```

Після цього маркери фільтруються на основі нових вибраних значень відображаючись на карті.

Використовуємо *NetTopologySuite (NTS)* для роботи зі 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 [144]. Це дозволяє нам виконувати просторові запити та аналізи безпосередньо в базі даних, що значно підвищує ефективність роботи з географічними даними.

Модифікація моделей даних: додали в моделі `Marker` поле `GeoLocation` типу з `Point NTS`, що дозволяє зберігати географічні координати маркера як один об'єкт (рис. 3.9).



| Column Name       | Data Type        |
|-------------------|------------------|
| Id                | uniqueidentifier |
| Name              | nvarchar(MAX)    |
| Description       | nvarchar(MAX)    |
| Type              | int              |
| BuildingPeriod    | int              |
| PreservationState | int              |
| Location          | nvarchar(MAX)    |
| SourceList        | nvarchar(MAX)    |
| Latitude          | float            |
| Longitude         | float            |
| Have3DModel       | bit              |
| ShortDescription  | nvarchar(MAX)    |
| GeoLocation       | geography        |

Рис. 3.9. Таблиця маркерів з географічним типом даних

Реалізовано алгоритм впорядкування маркерів для відображення в легенді вебсервісу, який здійснюється у два послідовні етапи, тобто виконуються дві функції, а саме:

- `getMarkersByStructureType`: відбувається групування маркерів відповідно до типу структури (structure type), що дозволяє сформувати тематично узгоджені категорії;

- `getStructureTypeLabel`: здійснюється алфавітне впорядкування маркерів у межах кожної категорії на основі текстових підписів (title), що забезпечує зручну навігацію та полегшує сприйняття інформації користувачем.

Фрагмент функцій `getMarkersByStructureType` та `getStructureTypeLabel`:

```
/// Legend Methods
structureTypes: StructureType[] = [
    StructureType.Fort,
    StructureType.Pillbox,
    StructureType.MilitaryUnit,
    StructureType.MissileRegiment,
    StructureType.Airfield,
    StructureType.Bunker,
```



```

    StructureType.Hideout
];
getMarkersByStructureType(structureType: StructureType): L.Marker[] {
    const markersByType = this.markers.filter(marker =>
marker.options.icon?.options?.iconUrl?.includes(structureType));
    const sortedMarkers = markersByType.sort((a, b) => {
        const nameA = a.options.title?.toUpperCase() || "";
        const nameB = b.options.title?.toUpperCase() || "";
        if (nameA < nameB) {
            return -1;
        }
        if (nameA > nameB) {
            return 1;
        }
        return 0; // Names are equal
    });
    return sortedMarkers;
}
getStructureTypeLabel(structureType: StructureType): string {
    const labelMap: Record<StructureType, string> = {
        [StructureType.Fort]: 'Форти',
        [StructureType.Pillbox]: 'ДОТи',
        [StructureType.MilitaryUnit]: 'Військові частини',
        [StructureType.MissileRegiment]: 'Ракетні частини',
        [StructureType.Airfield]: 'Аеродроми',
        [StructureType.Bunker]: 'Бункери',
        [StructureType.Hideout]: 'Схованки'
    };
    return labelMap[structureType];
}

```

Такий підхід до організації маркерів покращує структурованість інтерфейсу та сприяє інтуїтивному доступу до інформації, що є особливо важливим у вебсервісах із великою кількістю об'єктів.

### 3.3. Тестування продуктивності вебсервісу в умовах навантаження

Проведено тест продуктивності вебсервісу в середовищі Apache JMeter для 300 одночасних користувачів з метою оцінки швидкодії, стійкості та здатності опрацьовувати запити під час навантаження [82].

Отримані результати дозволяють визначити можливі вузькі місця та підтвердити, що вебсервіс здатний стабільно працювати в умовах значного користувацького навантаження (рис. 3.10., табл. 3.1).



Рис. 3.10. Графік тесту продуктивності у Apache JMeter

Графік відображає низку важливих метрик:

1. **Data:** світло-сірі точки на графіку представляють окремі зразки (samples) тесту.
2. **Average:** жовта лінія показує середній час відповіді. У цьому випадку середній час відповіді становить 891 мс.
3. **Median:** лінія салатового кольору показує медіанний час відповіді. У цьому випадку медіанний час відповіді становить 460 мс.

4. Deviation: блакитна лінія показує стандартне відхилення часу відповіді. У цьому випадку стандартне відхилення становить 1791 мс.

5. Throughput: фіолетова лінія показує пропускну здатність (кількість запитів в хвилину). У цьому випадку пропускна здатність становить 6398,311 запитів в хвилину.

*Таблиця 3.1*

Тест продуктивності Summary Report у Apache JMeter

| Параметр        | Опис                                                    | Значення          |
|-----------------|---------------------------------------------------------|-------------------|
| # Samples       | Кількість виконаних запитів                             | 3587              |
| Average         | Середній час відповіді                                  | 891 мс            |
| Min             | Мінімальний час відповіді                               | 20 мс             |
| Max             | Максимальний час відповіді                              | 33078 мс          |
| Std. Dev.       | Стандартне відхилення, показник варіації часу відповіді | 1791.49 мс        |
| Error %         | Відсоток помилок                                        | 2.40%             |
| Throughput      | Пропускна здатність запитів                             | 106.6 запитів/сек |
| Received KB/sec | Швидкість отримання даних                               | 5997.33 кБ/сек    |
| Sent KB/sec     | Швидкість відправки даних                               | 13.42 кБ/сек      |
| Avg. Bytes      | Середній розмір даних                                   | 57589.5 Б         |

Ці результати вказують на те, що система в цілому добре опрацьовує запити з навантаженням у 300 одночасних користувачів, проте окремі запити мають триваліший час опрацювання.

Точна кількість одночасних користувачів, яку може обслуговувати вебсервіс, залежить від різних факторів, як наприклад конфігурація сервера, обсяг даних, складність запитів тощо. Однак, за нашими оцінками, вебсервіс може стабільно обслуговувати до 1000 одночасних користувачів без помітного зниження продуктивності. Додаткові тести продуктивності представлені у додатку В.

### **3.4. Опрацювання даних наземного лазерного сканування**

#### **3.4.1. Створення цифрової моделі постмілітарного об'єкта на основі лазерного сканування**

На прикладі форту «Марушка Ліс» пройдено повний процес створення 3D-моделі історичного об'єкта, починаючи з первинного збору даних, які включають дослідження історії об'єкта, наземне лазерне сканування і закінчуючи детальним

моделюванням, візуалізацією та кінцевою оцінкою моделі. Кожен етап цього процесу має своє унікальне значення та вимоги і разом вони складають сукупність кроків, необхідних для створення точної та деталізованої цифрової копії історичного об'єкта [173].

Форт належить до фортифікаційних споруд фортеці Перемишль – найбільшої фортеці Австро-Угорської імперії і однієї з найбільших в Європі на зламі XIX і XX ст (рис. 3.11). Будівельні роботи були виконані у XIX ст., хоча роботи з удосконалення фортифікаційних споруд проводили до початку Першої світової війни. Зовнішнє кільце мало довжину 45 км і складалося з 17 головних фортів. Крім того, було побудовано 14 постійних гарматних станцій, 2 постійні лінії окопів і 2 постійні бази піхоти. Система внутрішньої оборони складалася з 21 оборонного форту [158].



Рис. 3.11. Сучасний стан форту “Марушка Ліс”

Маловідомим фактом для широкого загалу є те, що незначна частина споруд Перемишльської фортеці знаходиться нині на українській території. Це – околиці села Поповичі, від яких до державного кордону з Польщею – кількасот метрів. На українській стороні знаходиться всього 6 фортів.

Форт “Марушка Ліс” належить до першої фази будівництва Седліської групи 1882-1886 рр. (рис. 3.12). Має вигляд трапеції. Рів довкола був захищений трьома капонірами. У центрі знаходились бетонні казарми. У лівому крилі були сходи, що вели на вищі рівні. Біля сходів містилася шахта ліфту для підйому боєприпасів. Аналогічний ліфт був і у правій частині казарм. По осьовій лінії

форту було розташовано головний вхід. До правого крила були прибудовані широкі сходи, які вели до бойових позицій на валі [1].

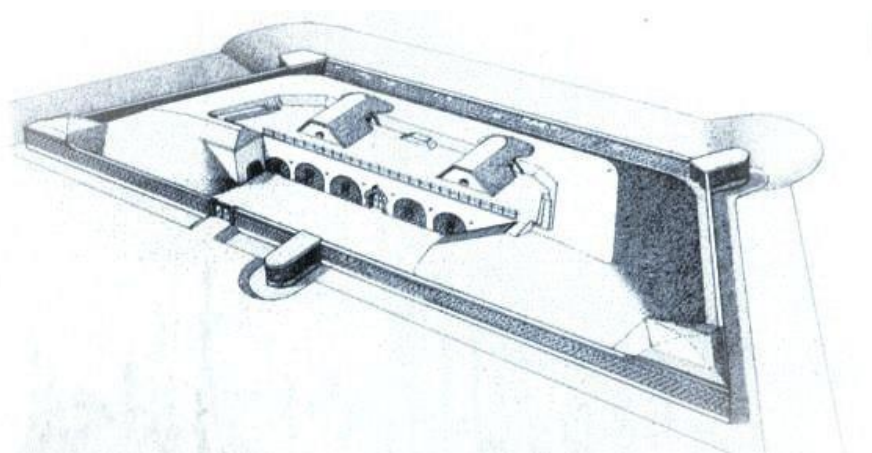


Рис. 3.12. Історичний рисунок форту “Марушка Ліс” Т.Ідзіковського

З огляду на те, що є лише один вищевказаний рисунок, тому точні параметри та розміри форту в первинному стані на сьогодні оцінити важко.

Тривимірне дослідження історичних об’єктів включає використання методів та інструментів для вимірювання та аналізу земельних поверхонь, історичних споруд. Сюди входять: топографічне знімання, фотограмметрія, наземне лазерне сканування, георадарні дослідження, тахеометричне знімання, ГНСС.

Важлим є наземне лазерне сканування та сканування з повітря (LIDAR) як безконтактній технології вимірювання поверхонь з використанням лазерних сканерів. Відносно традиційних оптичних і супутникових геодезичних методів характеризується високою детальністю, швидкістю і точністю вимірів. Цей метод дає змогу створювати деталізовані тривимірні моделі об’єктів та навколишньої території. Особливо актуальний для документування складних архітектурних форм та визначення змін, які відбулися з часом.

Побудова цифрової моделі історичного об’єкту включає кілька етапів та передбачає певну послідовність дій (рис. 3.13).

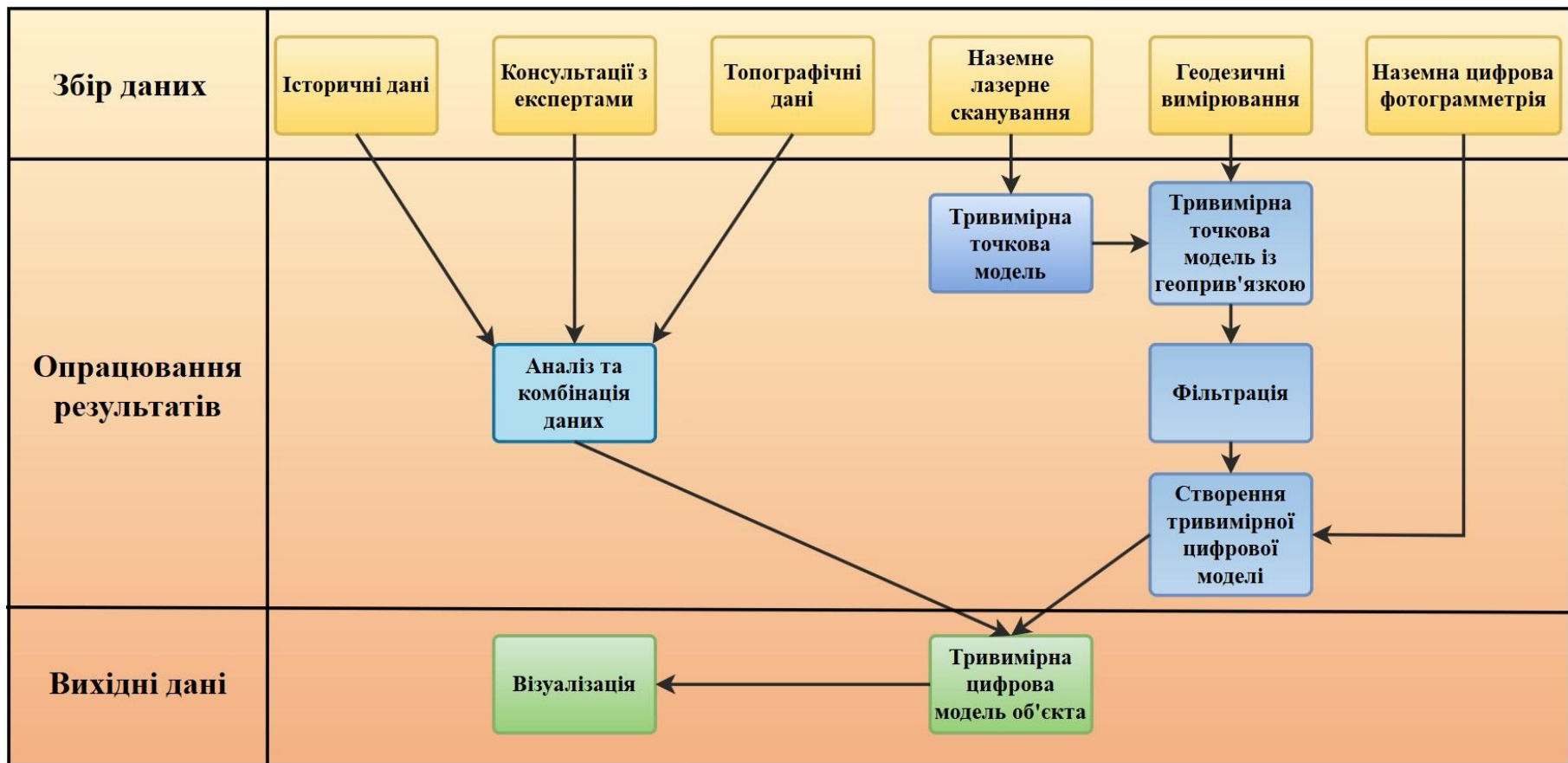


Рис. 3.13. Технологічна схема створення цифрової моделі історичного об'єкта

### ***Збір даних***

*Історичні дані:* історичні книги, статті, архівні документи, що можуть містити важливу інформацію про об'єкт. Включає збір стародавніх планів, мап, ескізів, які можуть допомогти у визначенні первісної структури та дизайну об'єкту. Сюди також відноситься аналіз наявних реконструйованих креслень і планів.

*Консультації з експертами:* співпраця з істориками, архітекторами, та іншими фахівцями може надати додатковий контекст або уточнення.

*Топографічні дані:* інформація про місцезнаходження об'єкта, а також про топографічні, адміністративні та інші природні чи соціально-економічні об'єкти місцевості, де розташований досліджуваний історичний об'єкт.

*Наземне лазерне сканування:* метод збору даних, за допомогою якого створюється точна хмара точок, представляючи об'єкти в тривимірному просторі.

*Наземне фотограмметричне знімання:* збір великої кількості цифрових знімків об'єкту з різних ракурсів та при різному освітленні. Для кращого візуального уявлення, та подальшого використання при створенні цифрової моделі.

### ***Опрацювання результатів***

*Аналіз та комбінація даних:* опрацювання зібраних даних з метою отримання структурованої інформації щодо досліджуваного об'єкта.

*Тривимірна точкова модель:* результат лазерного сканування; хмара точок, яка представляє форму та розташування відсканованого об'єкта.

*Тривимірна точкова модель із геоприв'язкою:* хмара точок прив'язується до відповідних географічних координат, що дозволяє розташувати об'єкти на карті.

*Фільтрація:* видалення шумів, непотрібних елементів (наприклад, перехожих, транспортних засобів) та інших спотворень.

*Створення тривимірної цифрової моделі:*



Моделювання основної геометрії: на основі сканованих даних та історичних документів створюється базова геометрія моделі.

Деталізація моделі: додавання елементів, таких як вікна, двері, сходи, що базуються на історичних фотографіях та записах.

Текстурування: накладення текстур на модель для досягнення більш реалістичного вигляду.

Перевірка пропорцій та масштабу: всі елементи моделі мають правильні розміри і пропорції.

Коригування та оптимізація: внесення правок, оптимізація моделі для різних застосувань, наприклад, для веб-презентацій або VR.

### ***Вихідні дані***

*Тривимірна цифрова модель об'єкта:* кінцевий результат моделювання, який є цифровим представленням об'єкта.

*Візуалізація:* створення зображень або анімацій для демонстрації 3D-моделі.

Апробацію запропонованої методики виконано практично на форті «Марушка Ліс», для якого було створено точну цифрову модель, що відображає всі ключові архітектурні та конструктивні елементи цієї історичної споруди.

Отримано цифрові знімки форту “Марушка Ліс” для кращого візуального уявлення, та подальшого використання при створенні цифрової моделі, завдяки цифровій камері Canon EOS 5D Mark III, закріпленій на штативі. Знімання проходило протягом двох днів, при різному сонячному освітленні.

Визначено, що для охоплення форту потрібно встановити 18 станцій для подальшого наземного лазерного сканування. У роботі використано імпульсний сканер Leica ScanStation C10. Даний сканер – оптимальний варіант для швидкого лазерного знімання з можливістю сканування 50000 точок/сек, ефективно сканує як на близьких відстанях, так і характеризується високою дальністю сканування (300 м) та підтримкою кутової точності 12° [178].

Для опрацювання результатів наземного лазерного сканування було застосовано програмне забезпечення Leica Cyclone REGISTER 360 для реєстрації



та візуалізації точкових хмар. Програма призначена для опрацювання великих обсягів даних при 3D-скануванні (табл. 3.2) [34].

*Таблиця 3.2*

Процес роботи в Leica Cyclone REGISTER 360

| Етап                                | Опис                                                                                             |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Імпортування даних                  | Імпорт даних лазерного сканування з різних форматів, зокрема дані з лазерних сканерів Leica.     |
| Визначення проєкту та налаштування  | Створення нового проєкту і налаштування параметрів, таких як система координат, масштабування.   |
| Реєстрація (з'єднання)              | З'єднання окремих сканів у єдину точкову хмару через автоматичну або ручну реєстрацію.           |
| Перевірка та оптимізація реєстрації | Перевірка якості з'єднання сканів та їх оптимізація, якщо потрібно.                              |
| Експорт даних                       | Експорт опрацьованої точкової хмари для подальшої роботи в інших програмах або для візуалізації. |

Проводимо ручну реєстрацію сканів. Для цього обираємо два скани, на яких ідентифікуємо візуально площини співставлення. У даному випадку орієнтуємось на архітектурні елементи форту, такі як кути та арки. Для кращого результату визначаємо кілька таких площин. Чим більше таких площин і чим краще їх видно, тим точнішою у кінцевому результаті буде реєстрація. Реєстрація через площини співставлення є точнішою, ніж через точки співставлення.

Після вказання достатньої кількості площин співставлення, програма спробує зареєструвати скани разом. Оцінюємо якість реєстрації, перевіривши, наскільки добре скани відповідають один одному в об'єднаній моделі (рис. 3.14).

При виявленні помилок або неточностей, виконуємо коригування площин співставлення або додаємо додаткові точки.



Рис. 3.14. Реєстрація окремих сканів у хмару точок

Після ручної реєстрації та оптимізації перевіряємо об'єднані скани на наявність помилок або невідповідностей (рис. 3.15).

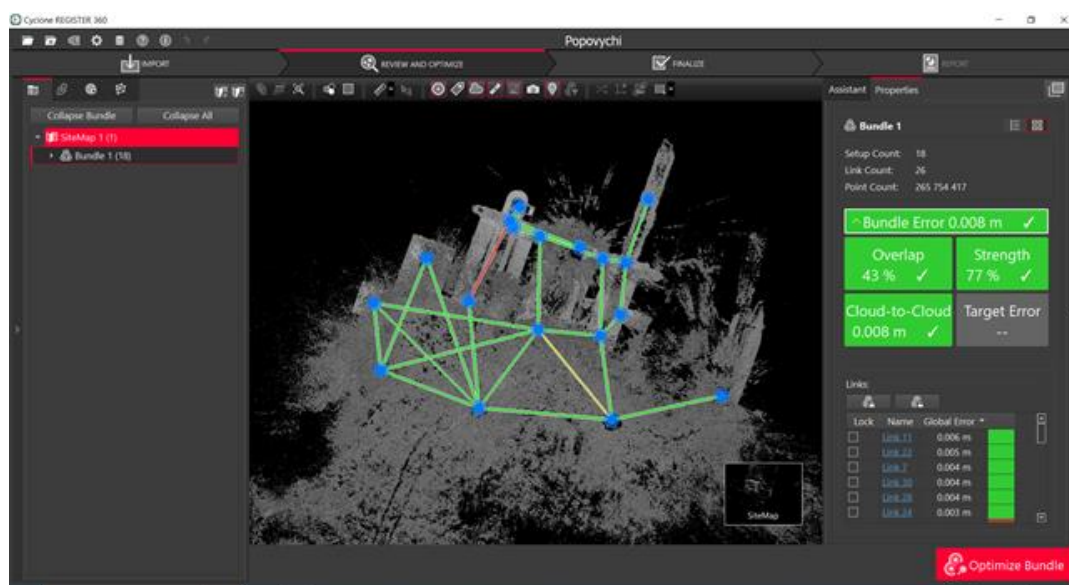


Рис. 3.15. Перевірка якості з'єднання станцій в одну хмару

У результаті між 18 станціями утворено 26 лінків, помилка пакетування склала всього 8 мм, що можна вважати якісним результатом реєстрації.

Конвертація сканованих даних проводиться у формат, сумісний з 3D-моделювальним ПЗ.

Зібрані лазерні скани спочатку імпортується в програмне забезпечення Autodesk ReCap для опрацювання 3D-даних (хмари точок). Для видалення зайвих елементів і шумів проводиться фільтрація даних. Також усуваються різні

спотворення або артефакти. Вибір точок для видалення відбувається з використанням інструменту «Window Selection» або «Freehand Selection».

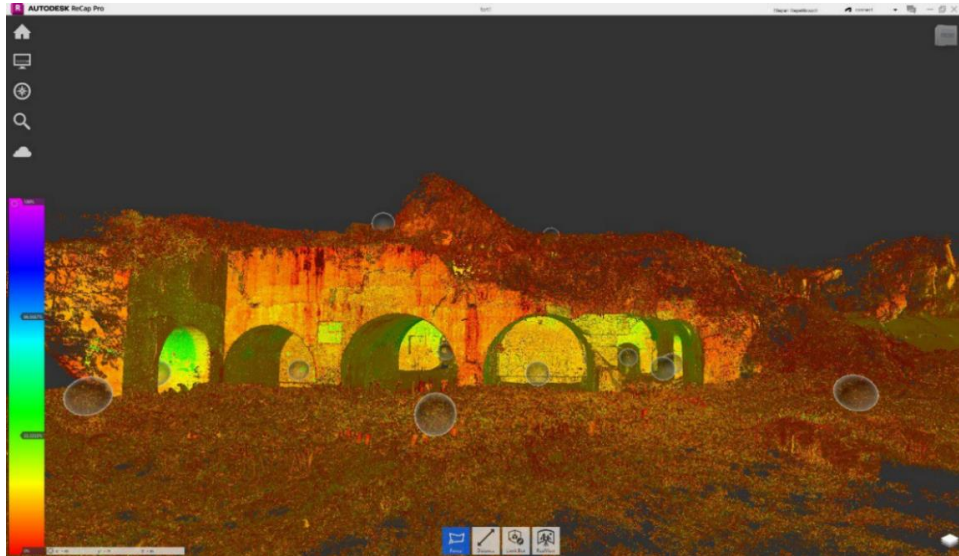


Рис. 3.16. Відфільтрована хмара точок

Додаткові опції в ReCap такі як «Scan Regions» дозволяють поділити хмару точок на менші сегменти для зручнішого опрацювання та «Color Balance» – для коригування кольору точок. Можливе вдосконалення моделі шляхом поліпшення роздільної здатності, текстур та деталізації.

Після відфільтрування хмари точок від зайвих елементів (рис. 3.16) зберігаємо проєкт для подальшого моделювання у Autodesk Revit (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

#### Створення моделі історичного об'єкту в програмі Autodesk Revit

| Етап                    | Опис                                                                                                                   |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Імпорт хмари точок      | Імпорт хмари точок у Revit як посилання для подальшої розробки моделі                                                  |
| Початкова організація   | Регулювання положення та орієнтації хмари точок; встановлення рівнів і сітки для напрямних у моделюванні               |
| Моделювання             | Використання хмари точок як візуального довідника для моделювання архітектурних елементів; увага до історичних деталей |
| Деталізація моделі      | Додавання деталей у модель; використання Revit families для представлення елементів та декору                          |
| Оптимізація             | Перевірка точності моделі, коригування за потреби; оптимізація моделі для зменшення навантаження на програму           |
| Документація            | Створення робочих креслень та інших елементів візуалізації; анотація моделі з історичною інформацією                   |
| Експорт та використання | Експорт моделі у потрібні формати; використання моделі для різних цілей, включно з реставрацією та навчанням           |

З огляду на обмеженість історичних джерел, а саме наявність лише одного рисунку форту, моделювання та 3D-реконструкція були зроблені лише на його основі як зображення первинного стану. У програмному середовищі Autodesk Revit використовуючи вцілілу частину форту, яку було відмодельовано, здійснено подальшу реконструкцію знищеної частини під час Першої світової війни (рис. 3.17, 3.18, 3.19).

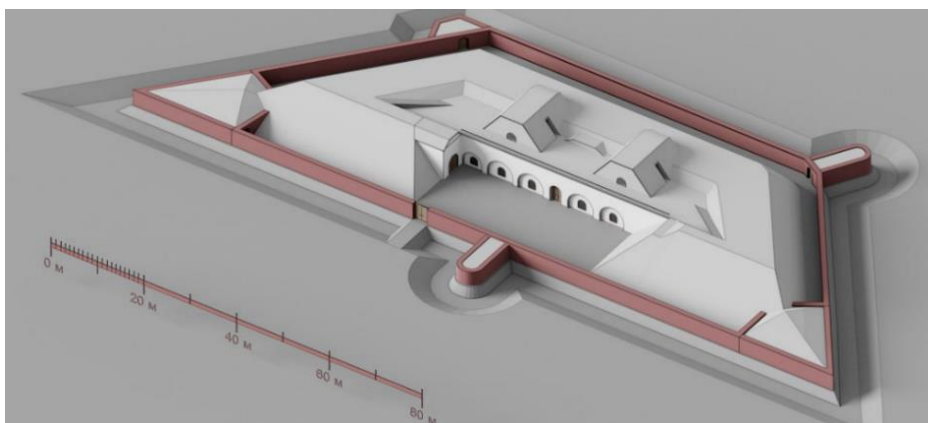


Рис. 3.17. Цифрова модель форту «Марушка Ліс»

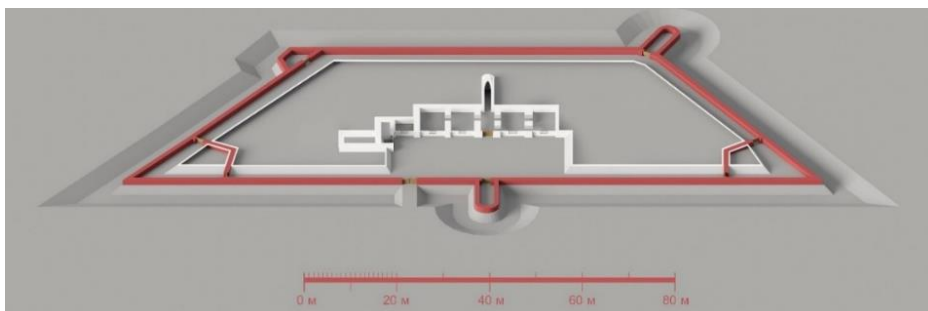


Рис. 3.18. Поздовжній переріз моделі: фундамент форту

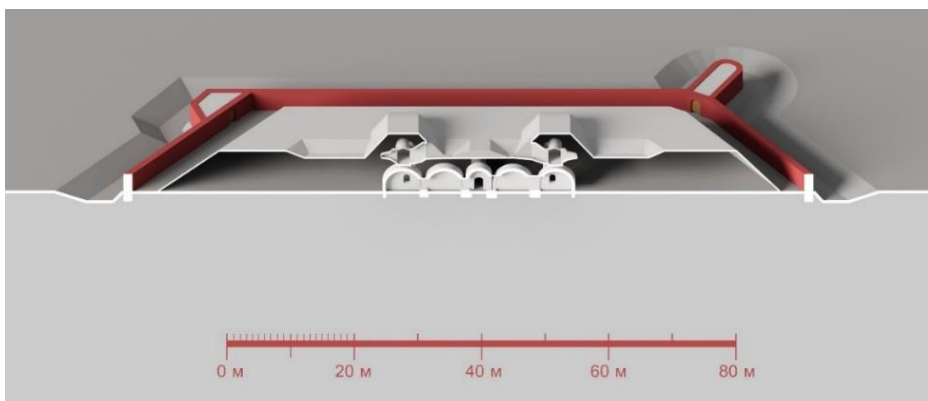


Рис. 3.19. Поперечний переріз моделі

#### 3.4.2. Інтеграція цифрової моделі постмілітарного об'єкта у вебсервіс

За допомогою Sketchfab інтегруємо модель у вебсервіс (рис. 3.20).

Використовуємо iFrame подібно до того, як це працює з демонстрацією відео на вебсторінках, як-от YouTube. iFrame – плаваючий вбудований кадр, що відображається разом з іншим вмістом сторінки у вікні браузера.

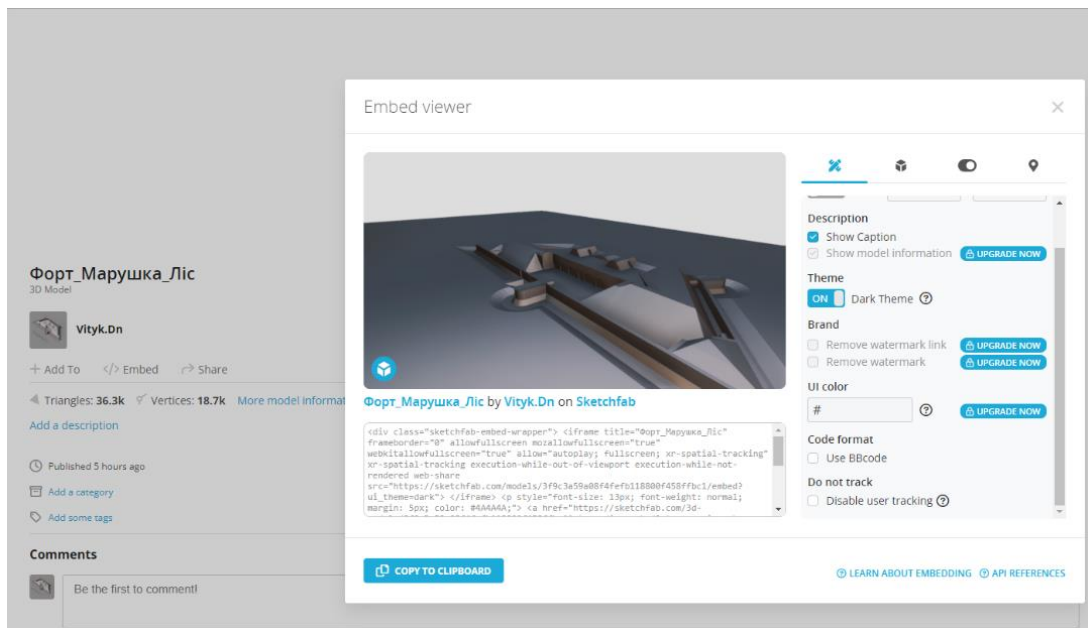


Рис. 3.20. Модель форту у Sketchfab

Фрагмент коду функції openSketchfabViewer, яка відкриває вікно для перегляду 3D-моделі зі Sketchfab:

```
private openSketchfabViewer(): void {
    console.log('Opening Sketchfab viewer');
    const overlay = L.DomUtil.create('div', 'overlay');
    console.log('Overlay element created');
    const viewerContainer = L.DomUtil.create('div', 'model-div', overlay);
    viewerContainer.style.width = '800px';
    viewerContainer.style.height = '600px';
    console.log('Viewer container created with dimensions:',
viewerContainer.style.width, viewerContainer.style.height);
    const iframe = document.createElement('iframe');
    iframe.setAttribute('width', '100%');
    iframe.setAttribute('height', '100%');
    iframe.setAttribute('allowfullscreen', 'true');
    iframe.setAttribute('allowvr', 'true');
```

```

iframe.setAttribute('onmousewheel', "");
iframe.setAttribute('src', this.sketchfabViewerUrl);
viewerContainer.appendChild(iframe);
document.body.appendChild(overlay);
console.log('Overlay appended to the document body');
L.DomEvent.on(overlay, 'click', () => {
    document.body.removeChild(overlay);
    console.log('Overlay removed from the document body');
});
}

```

Функція реалізує наступну послідовність дій:

- Скасовується стандартна реакція браузера на взаємодію користувача задля реалізації власного механізму відображення 3D-моделі;
- Створює оверлей (поверхневий елемент);
- Генерує структурний блок для переглядача;
- Створює iframe, в якому завантажується Sketchfab-модель;
- Вбудовує iframe у блок, а блок в оверлей;
- Реалізує механізм взаємодії, що забезпечує закриття вікна перегляду за допомогою кліку на фонову область (оверлей).

Можливості 3D-переглядача Sketchfab:

*Інтерактивність*: можливість обертати, масштабувати та переміщувати 3D-модель;

*Підтримка VR та AR*: переглядач сумісний з віртуальною (VR) та доповненою (AR) реальністю;

*Інструменти персоналізації*: налаштування освітлення, матеріалів, анімації, аудіо, анотацій, позиціонування в VR та інше для кожної моделі.

На рис. 3.21 зображена модель форту у вебсервісі. Доступні також фільтри, за рахунок яких можна переглянути геометрію об'єкта.



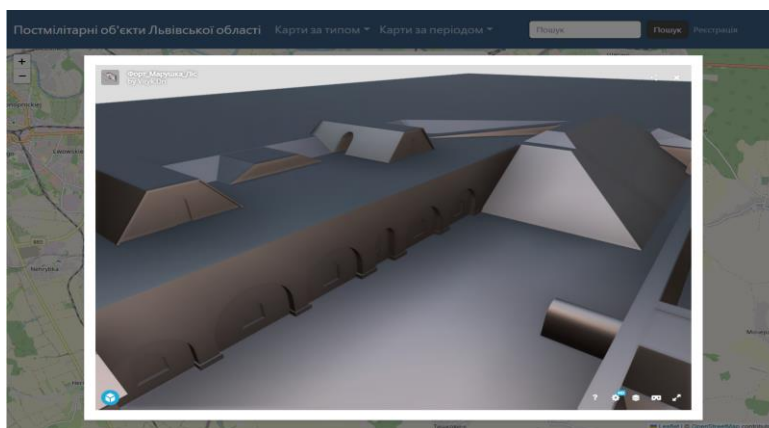


Рис. 3.21. Розгорнута модель форту «Марушка Ліс» на інтерактивній карті  
*Відображення 3D-моделі форту у вебсервісі*

На рисунку 3.22 показано схему відображення 3D-моделі об'єкта у вебсервісі на інтерактивній карті з використанням Sketchfab Viewer API.

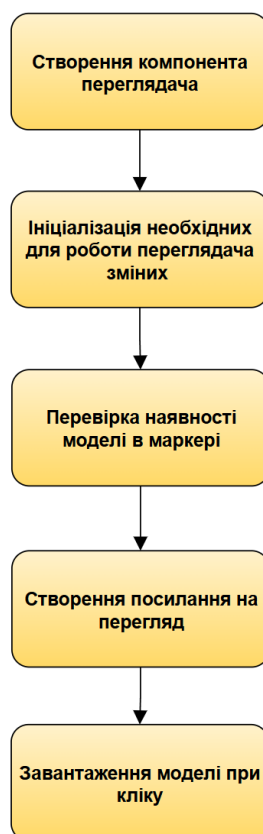


Рис. 3.22. Схема відображення 3D-моделі об'єкта

1. Створення компонента переглядача:

- Створюється Angular-компонент SketchfabViewer, який відповідає за інтеграцію та виведення 3D-моделі.
- Задаються шаблон (HTML) і стилі (CSS) переглядача.

```
@Component({
```

```

selector: 'app-sketchfab-viewer',
standalone: true,
imports: [],
templateUrl: './sketchfab-viewer.component.html',
styleUrl: './sketchfab-viewer.component.css'
})

```

## 2. Ініціалізація необхідних змінних:

- `modelUrl`: адреса 3D-моделі на платформі Sketchfab.
- `viewerLoaded`: булевий прапорець, який перевіряє, чи модель уже була завантажена, щоб уникнути повторного рендерингу.

```

modelUrl: string;
viewerLoaded: boolean = false;

```

## 3. Перевірка наявності моделі в маркері:

- Для кожного маркера проводиться перевірка, чи він має пов'язану 3D-модель.
- Якщо так – активується логіка для формування посилання.

```

showSketchfabLink = marker.Has3DModel === true;

```

## 4. Створення посилання на перегляд:

- У HTML-попапі елемента карти виконується пошук DOM-елемента із класом `.sketchfab-link`, до якого буде прикріплено дію.
- Це посилання призначене для відкриття переглядача при натисканні.

```

const sketchfabLink = popupElement.querySelector('.sketchfab-link');

```

## 5. Завантаження моделі при кліку:

- Якщо модель ще не завантажувалась (`viewerLoaded === false`), викликається метод `initSketchfabViewer()` для ініціалізації перегляду моделі.

```

loadSketchfabViewer(event: Event): void {
    event.preventDefault();
    if (!this.viewerLoaded) {
        this.initSketchfabViewer();
    }
}

```



```
    this.viewerLoaded = true;
  }
}
```

Користувацька частина спроектована для забезпечення максимальної зручності та ефективності використання. На головній сторінці розташована інформаційна картка (рис. 3.24), яка надає ключову інформацію про проєкт, включаючи його основні цілі та значення.

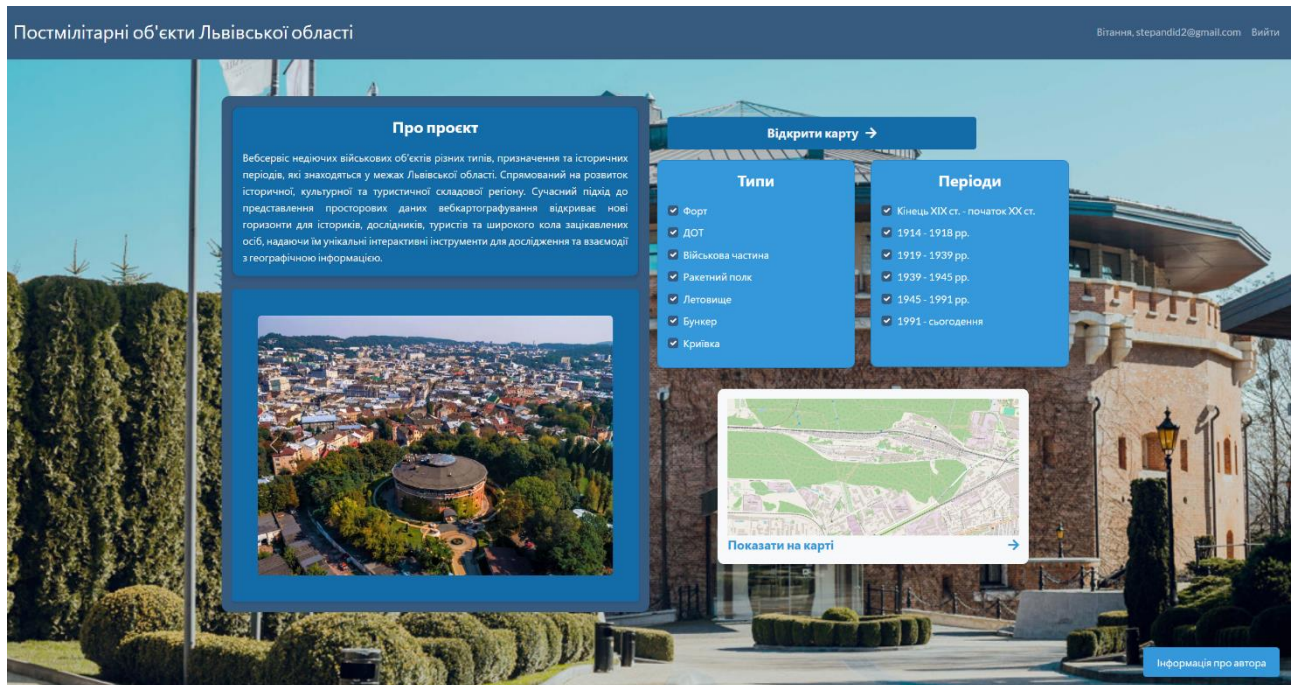


Рис. 3.24. Головна сторінка проєкту

Зображення на головній сторінці, які змінюються за допомогою слайдера-каруселі, відображають різні аспекти військових об'єктів, від архітектурних деталей до історичних подій. Реалізовано функціонал фільтрації об'єктів на інтерактивній карті відповідно до їх типології та історичного періоду, що забезпечує підвищення ефективності роботи з просторовими даними. 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 (ДОТи), військові частини та інші типи постмілітарних споруд. Категорія «Періоди» надає можливість фільтрувати дані за хронологічними рамками, наприклад, кінець XIX – початок XX століття або період Першої світової війни (1914–1918 рр.). Така інтерактивна структура забезпечує гнучкість у роботі з картою та адаптацію до потреб користувача при дослідженні постмілітарних об'єктів. [170] (рис. 3.25).

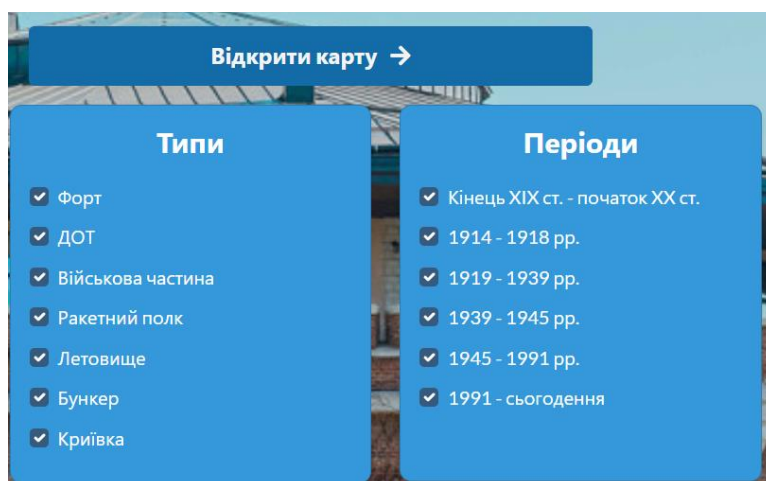


Рис. 3.25. Фільтрація об'єктів за типом та періодом

Компонент карти забезпечує відображення інтерактивної карти на сторінці (рис. 3.26). Кожен маркер представлено 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.

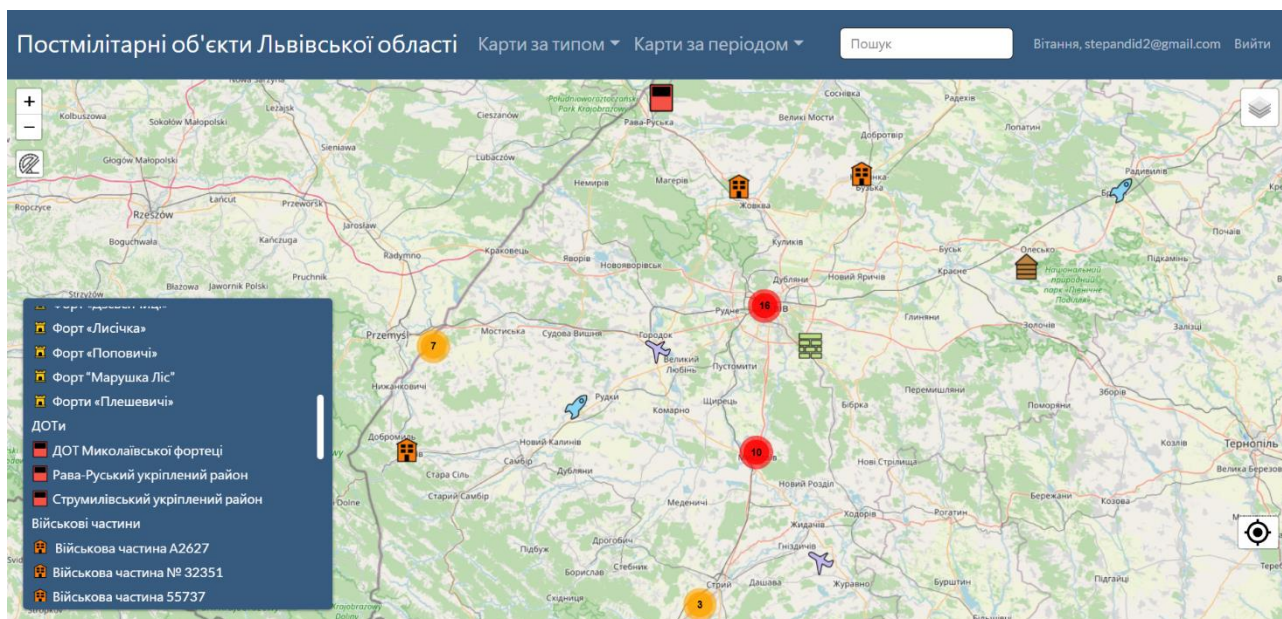


Рис. 3.26. Титульна карта проекту

Схему функціоналу сторінки інтерактивної карти подано детально на рисунку 3.27.

При зміні вибраних типів або періодів у сервісі фільтрації, компонент інтерактивної карти отримує оновлення. Після отримання оновлень маркери фільтруються на основі вибраних значень та відображаються на карті.

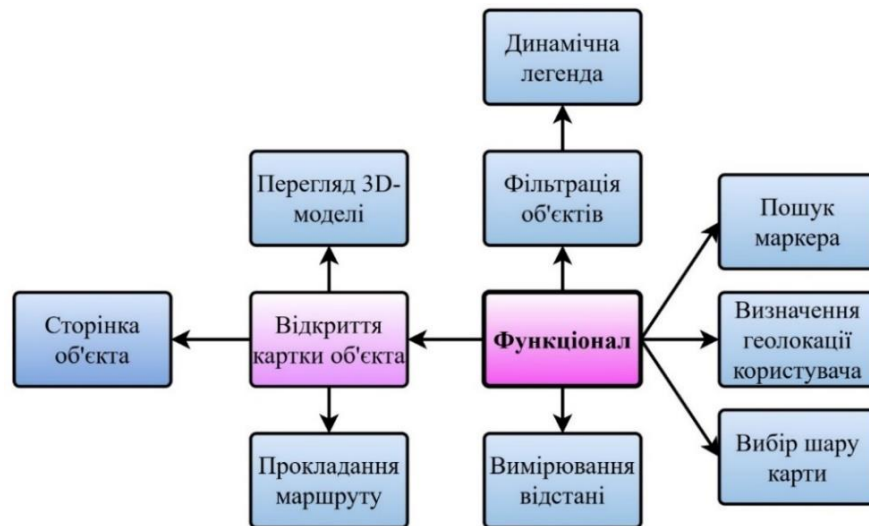


Рис. 3.27. Функціонал сторінки інтерактивної карти

Схема фільтрації маркерів відображає процес опрацювання запиту фільтрації в системі, яка включає користувацьку частину, серверну частину та базу даних (рис. 3.28).

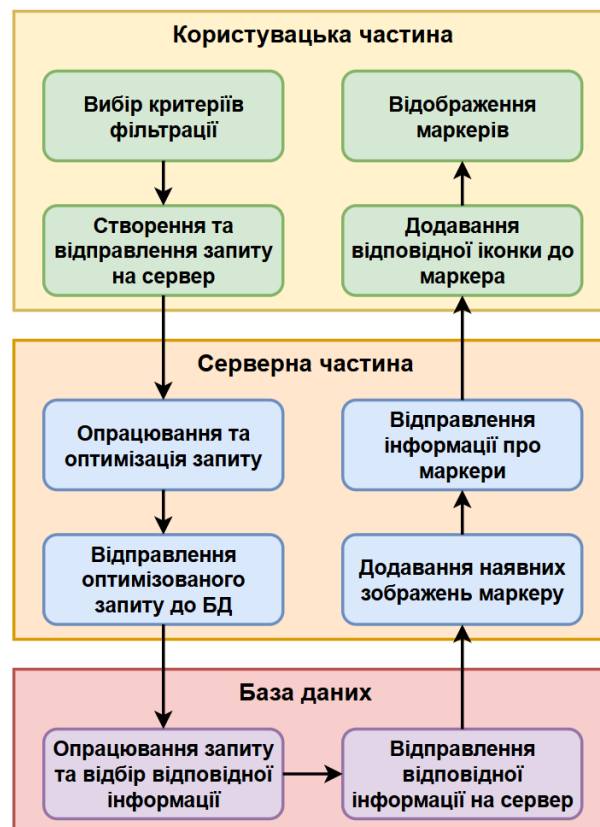


Рис. 3.28. Схема фільтрації маркерів

*Робота запитів фільтрації*

1. Користувач вибирає відповідні фільтри:

```
onStructureTypeChange(type: StructureType, checked: boolean): void {
```



```

const currentTypes = [...this.filterService.selectedStructureTypes];
if (checked && !currentTypes.includes(type)) {
    // Додаємо тип структури до вибраних фільтрів
    currentTypes.push(type);
} else if (!checked && currentTypes.includes(type)) {
    // Видаляємо тип структури з вибраних фільтрів
    const index = currentTypes.indexOf(type);
    if (index !== -1) {
        currentTypes.splice(index, 1);
    }
}
// Оновлюємо стан фільтрів у сервісі
this.filterService.setSelectedStructureTypes(currentTypes);
}

```

2. Вибрані фільтри надсилаються на сервер:

```

this.structureTypesSubscription =
this.filterService.selectedStructureTypes.subscribe(() => {
    // console.log('Selected structure types changed');
    this.fetchMarkers();
});
this.periodsSubscription = this.filterService.selectedPeriods.subscribe(() => {
    // console.log('Selected periods changed');
    this.fetchMarkers();
});

```

3. З бази даних витягуються маркери, які відповідають обраним фільтрам:

```

public async Task<List<Marker>>
GetByStructureTypeAndMultiplePeriodWithImagesAsync(
    IEnumerable<StructureType> structureTypes, IEnumerable<Period> periods)
{
    var periodArray = periods.ToArray();
}

```

```

return await _context.Markers
    .Include(m => m.Images)
    .Include(m => m.MarkerPeriods)
    .Where(m => structureTypes.Contains(m.Type) &&
        m.MarkerPeriods.Any(mp => periodArray.Contains(mp.Period)))
    .ToListAsync();
}

```

4. Відфільтровані маркери надсилаються на клієнтську частину:

```
return this.apiService.get<Marker[]>(`${this.endpoint}/filter`, params);
```

5. Компонент карти отримує інформацію про маркери:

```

// Підписка на зміну вибраних типів структур
this.structureTypesSubscription =
this.filterService.selectedStructureTypes$.subscribe(() => {
    // console.log('Selected structure types changed');
    this.fetchMarkers();
});

// Підписка на зміну вибраних періодів
this.periodsSubscription = this.filterService.selectedPeriods$.subscribe(() => {
    // console.log('Selected periods changed');
    this.fetchMarkers();
});

```

*Пошук маркера за назвою*

Функціонал дає змогу знайти маркер на інтерактивній карті шляхом введення його назви в поле пошуку.

1. Введення тексту в поле пошуку:

```

<input class="form-control me-sm-2" type="search" placeholder="Пошук"
    [(ngModel)]="searchQuery" (ngModelChange)="onSearchQueryChange()"
    [ngModelOptions]="{standalone: true}">

```

2. Приведення тексту до нижнього регістру:

```
marker.name.toLowerCase().includes(this.searchQuery.toLowerCase())
```

3. Фільтрація маркерів при введенні трьох символів. Метод фільтрує лише видимі маркери на карті (отримані з `mapComponent`). Якщо назва маркера містить пошуковий запит — він додається до списку `filteredMarkers`. Кількість результатів обмежено десятима маркерами:

```
onSearchQueryChange(): void {
  this.filteredMarkers = this.mapComponent.getVisibleMarkers()
    .filter(marker => marker.options.title?.toLowerCase()
      .includes(this.searchQuery.toLowerCase()))
    .slice(0, 10); // Обмеження кількості результатів
}
```

4. Виведення списку маркерів, що відповідають фільтрації:

```
<ul class="autocomplete-results" *ngIf="filteredMarkers.length > 0">
  <li *ngFor="let marker of filteredMarkers"
    (click)="onMarkerSelect(marker)">
    {{ marker.name }}
  </li>
</ul>
```

Інтерактивна карта також включає динамічно генеровану легенду, яка відображає різні типи об'єктів і відповідні їм іконки (рис. 3.29). Легенда адаптується відповідно до вибраних типів та маркерів, що забезпечує їхню ідентифікацію.

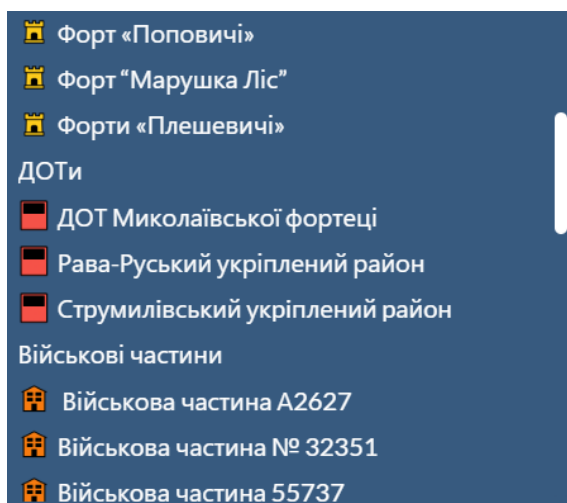


Рис. 3.29. Легенда карти

### Сторінка інформації про об'єкт

На картці розміщені: назва, фото та коротка інформаційна довідка про об'єкт з можливістю перегляду розширеної інформації (рис. 3.30).

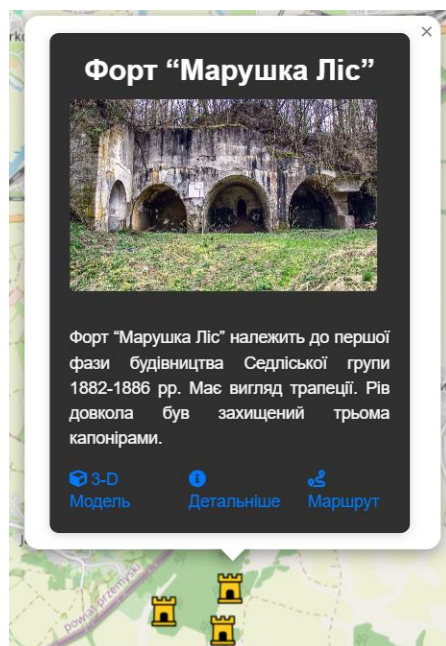


Рис. 3.30. Інтерактивна карта із маркером форту «Марушка Ліс»

Для прокладання маршрутів між маркерами на карті використовуємо Марбох. Маршрут відображається на інтерактивній карті у вигляді лінії, від початкової до кінцевої точки маршруту.

Марбох використовує складні алгоритми для визначення найкращого маршруту між двома точками. Ці алгоритми базуються на аналізі великого обсягу даних про дорожню мережу, включаючи вулиці, шляхи, мости, тунелі, обмеження швидкості, зони забороненого руху та багато іншого. Основні кроки, які використовуються для визначення найкращого маршруту:

1. *Вхідні дані*: алгоритм починається з отримання вхідних даних, таких як координати початкової та кінцевої точок, тип транспорту (автомобіль, велосипед) а також будь-які специфічні вимоги або обмеження, щоб уникнути певних ділянок або типів доріг тощо.

2. *Побудова графа*: дорожня мережа моделюється як граф, де вузли представляють перехрестя або точки інтересу, а ребра відповідають дорогам між цими вузлами. Вага кожного ребра визначається на основі різних факторів, таких



як довжина дороги, обмеження швидкості, тип дороги (наприклад, автомагістраль проти місцевої вулиці) та інше.

3. *Поширення по графу*: використовуючи алгоритми пошуку шляхів, такі як Dijkstra або A\*, Mapbox досліджує граф, починаючи з початкової точки і поширюючись до сусідніх вузлів. Кожен вузол оцінюється на основі загальної вартості досягнення цього вузла з початкової точки, враховуючи вагу ребер.

4. *Вибір найкращого маршруту*: після того, як алгоритм досягне кінцевої точки, він аналізує всі знайдені шляхи та вибирає той, який має найнижчу загальну вартість. Ця вартість може бути заснована на мінімальному часі в дорозі, мінімальній відстані, або комбінації інших критеріїв, залежно від вимог користувача.

5. *Оптимізація маршруту*: для покращення маршруту можуть застосовуватися додаткові оптимізаційні техніки, такі як усунення зайвих поворотів або вибір більш прямого шляху, якщо це не суперечить основним критеріям вибору маршруту.

6. *Виведення результатів*: нарешті, Mapbox повертає маршрут у форматі GeoJSON, який містить послідовність координат, які формують маршрут, а також додаткову інформацію, таку як відстань та час у дорозі.

#### *Створення маршруту до вказаної точки*

1. Запит для прокладання маршруту:

```
addCustomRoute(markerLatLng: L.LatLng): void {
    if (this.isCreatingRoute) {
        this.stopCreatingRoute(); // зупинити, якщо вже створюється
    } else {
        this.startCreatingRoute(markerLatLng); // почати нову побудову
    }
}
```

2. Очищення попереднього маршруту, якщо такий був:

```

if (this.routingControl || this.straightLine) {
  if (this.routingControl) {
    this.map.removeLayer(this.routingControl);
    this.routingControl = null;
  }
  if (this.straightLine) {
    this.map.removeLayer(this.straightLine);
    this.straightLine = null;
  }
}

```

3. Формується запит до Mapbox API:

```

const url =
`https://api.mapbox.com/directions/v5/mapbox/${profile}/${start.lng},${start.lat}
;${end.lng},${end.lat}?geometries=geojson&access_token=OUR_TOKEN`;

```

4. Mapbox опрацьовує запит:

```

const response = await fetch(url);
const data = await response.json();

```

5. Повернення даних до вебсервісу:

```

return {
  coordinates: data.routes[0].geometry.coordinates,
  distance: data.routes[0].distance,
  duration: data.routes[0].duration
};

```

6. Опрацювання даних для виведення дистанції та приблизного часу в дорозі:

```
const distanceKm = (routeData.distance / 1000).toFixed(2);
const durationMin = (routeData.duration / 60).toFixed(0);
```

Ці алгоритми дозволяють Mapbox швидко та ефективно знаходити оптимальні маршрути, враховуючи безліч змінних та умов, що можуть впливати на вибір маршруту (рис. 3.31).

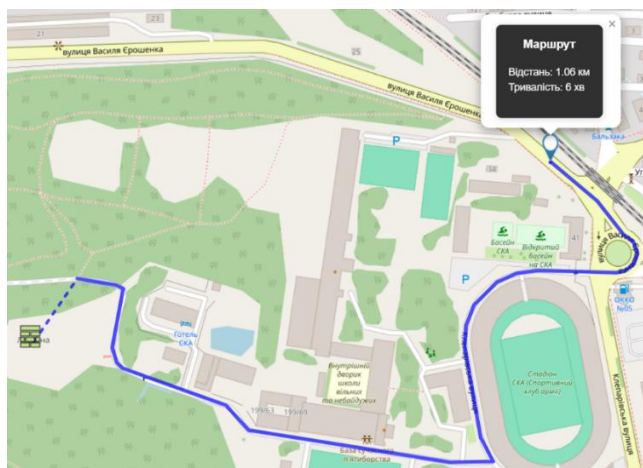


Рис. 3.31. Маршрут на інтерактивній карті з параметрами відстані та тривалості  
*Отримання поточної позиції користувача*

На рисунку 3.32 представлено схему реалізації отримання поточного місцезнаходження користувача на інтерактивній карті.

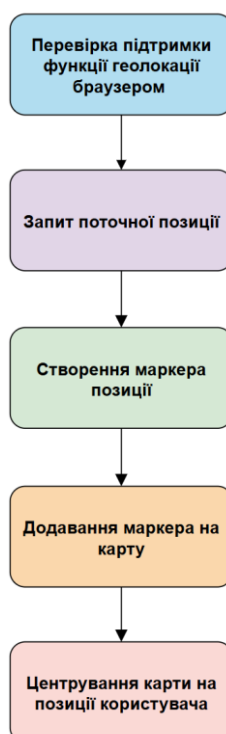


Рис. 3.32. Схема отримання місцезнаходження користувача

Процес включає:

1. Перевірка підтримки геолокації браузером. Перед надсиланням запиту на отримання координат перевіряється, чи підтримує браузер об'єкт `navigator.geolocation`.

Якщо не підтримує – відображається повідомлення про помилку.

```
if (navigator.geolocation) {
    // Геолокація підтримується
} else {
    console.error('Geolocation is not supported by this browser.');
```

`alert('Geolocation is not supported by this browser.');`

```
}
```

2. Запит поточного положення користувача. Метод `getCurrentPosition` викликає функцію з об'єктом `position`, з якого отримуються широта та довгота.

У разі помилки викликається функція `error`.

```
navigator.geolocation.getCurrentPosition(
    (position: GeolocationPosition) => {
        const latitude = position.coords.latitude;
        const longitude = position.coords.longitude;
        const userLocation = L.latLng(latitude, longitude);
        // Обробка успішного отримання позиції
    },
    (error: GeolocationPositionError) => {
        // Обробка помилок
    }
);
```

3. Створення маркера користувача. Створюється власний (кастомний) значок маркера з вказаними параметрами розміру та позиціонуванням.

```
const customIcon = L.icon({
  iconUrl: 'assets/icons/marker-icon-red.png',
  iconSize: [25, 41],
  iconAnchor: [12, 41],
  popupAnchor: [1, -34],
  tooltipAnchor: [16, -28]
});
```

4. Додавання маркера на карту. Створюється маркер у точці `userLocation` і додається на карту за рахунок методу `.addTo(this.map)`.

```
this.userLocationMarker = L.marker(userLocation, { icon: customIcon
}).addTo(this.map);
```

5. Центрування карти на місцезнаходження користувача. Після визначення координат карта центрується на точці користувача із 13 масштабом.

```
this.map.setView(userLocation, 13);
```

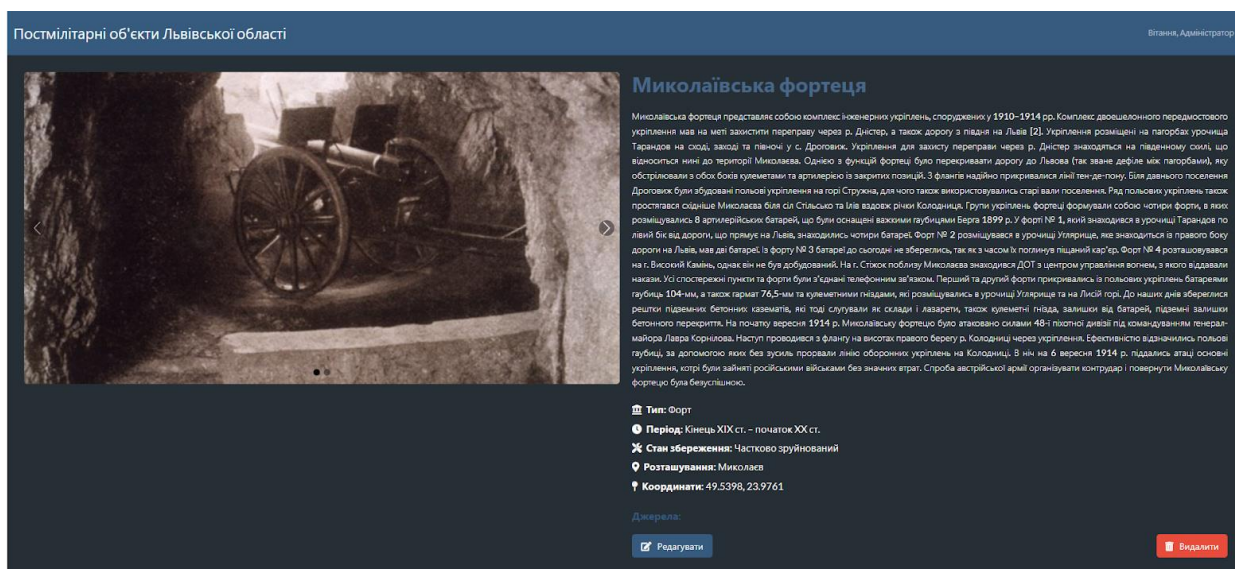


Рис. 3.33. Сторінка розширеної інформації про «Миколаївську фортецю»

Відображення інформації про об'єкт реалізується через інтерактивний інтерфейс, який включає галерею зображень у вигляді каруселі. Крім того, відображається список джерел інформації, що забезпечує доступ до додаткових даних та матеріалів, пов'язаних з об'єктом. Інтерфейс включає функції редагування та видалення маркерів (рис. 3.33).

*Процес авторизації у вебсервіс через Google (OAuth 2.0)*

1. Користувач натискає кнопку входу Google sign in:

```
<button class="btn btn-light" (click)="signInWithGoogle()">
```

2. Перенаправлення користувача на сервер для запиту авторизації. Надсилає запит до сервісу Google OAuth 2.0 для входу:

```
[HttpGet("google-login")]
public Task LoginGoogle() {
    var extension = Url.Action(nameof(SignInGoogle));
    return HttpContext.ChallengeAsync(); // Запуск процесу авторизації
}
```

3. Google ініціює процес автентифікації. Відображається стандартне вікно входу Google, де користувач обирає акаунт або вводить облікові дані:

```
[HttpGet("google-login")]
public Task LoginGoogle()
{
    var extension = Url.Action(nameof(SignInGoogle));
    return HttpContext.ChallengeAsync()
    {
        RedirectUri = Url.Action(nameof(SignInGoogle))
    };
}
```

4. Користувач проходить автентифікацію через Google, який перевіряє логін/пароль (використовується внутрішній код Google).
5. Повернення у вебсервіс після авторизації:

```
{
  path: 'auth/callback',
  component: AuthCallbackComponent
}
```

6. Автоматичне перенаправлення на головну сторінку:

```
ngOnInit(): void {
  this.authService.isAuthenticated$.subscribe((isAuthenticated) => {
    if (isAuthenticated) {
      this.router.navigate(['/map']); // редирект
    }
  });
}
```

Додатково реалізована функція коментування який дає змогу залишати коментарі, пов'язані з об'єктом. Новий коментар додається до списку коментарів і зберігається в локальному сховищі браузера.

### 3.6. Оцінка продуктивності вебсервісу

Представлені два ключові показники продуктивності головної сторінки, що входять до складу Core Web Vitals — набору показників, розроблених Google для оцінки якості взаємодії користувачів із вебсайтами (рис. 3.34).

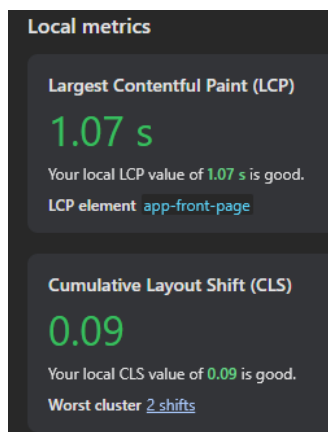


Рис. 3.34. Продуктивність головної сторінки вебсервісу



*Largest Contentful Paint (LCP)*: вимірює час, за який найбільший видимий елемент контенту (наприклад, зображення чи текстовий блок) завантажується і стає видимим для користувача. Вказує на швидкість завантаження основного контенту сторінки.

Значення: 1.07 с є відмінним результатом (рекомендоване значення  $\leq 2.5$  с).

*Cumulative Layout Shift (CLS)*: вимірює стабільність макета сторінки під час її завантаження. Показує, наскільки елементи на сторінці зміщуються, коли користувач взаємодіє з нею. Високий CLS означає несподівані зміщення елементів.

Значення: 0.09 с, є задовільним результатом (рекомендоване значення  $\leq 0.1$ ).

Ці параметри дозволяють ідентифікувати проблеми, що можуть спричиняти затримки або незручності під час взаємодії з вебсервісом, та вживати відповідних заходів для їх оптимізації. Висока продуктивність сайту не лише покращує користувацький досвід, а й позитивно впливає на ранжування в пошукових системах, оскільки Google враховує Core Web Vitals під час визначення якості вебсторінок.

### Основні метрики сторінки з картою

Аналіз продуктивності вебсторінки проведений за допомогою Chrome DevTools, зокрема вкладки Performance Panel (рис. 3.35).

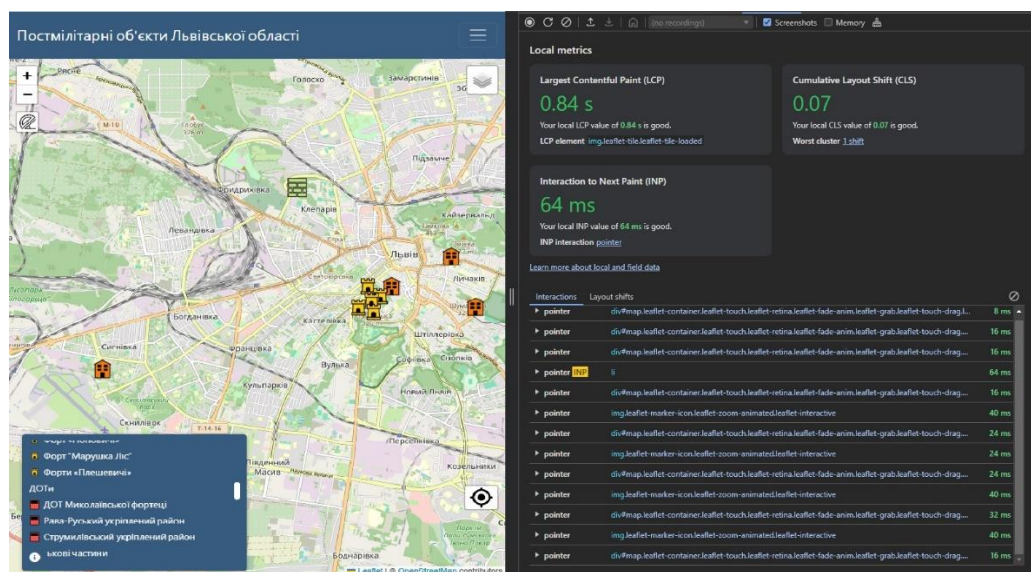


Рис. 3.35. Продуктивність вебсторінки інтерактивної карти



*Largest Contentful Paint (LCP):*

Значення: 0.84 с — відмінний результат (рекомендоване значення  $\leq 2.5$  с).

*Cumulative Layout Shift (CLS):*

Значення: 0.07 с — чудовий результат, що свідчить про стабільність макета (рекомендоване значення  $\leq 0.1$ ).

*Interaction to Next Paint (INP):*

Значення: 64 мс — це відмінний показник, що свідчить про високу швидкість реакції сторінки на взаємодію користувача.

*Розподіл часу:*

Загальний час завантаження: 2.13 с.

Час розподілений між такими процесами:

Loading: 44 мс.

Scripting: 641 мс.

Rendering: 96 мс.

Painting: 11 мс.

System: 237 мс.

Idle (час простою): 1,103 мс.

Для порівняння, наведено швидкодію інтерактивних карт liveuamap.com та openhistoricalmap.org представлена на рисунках 3.26, 3.37.

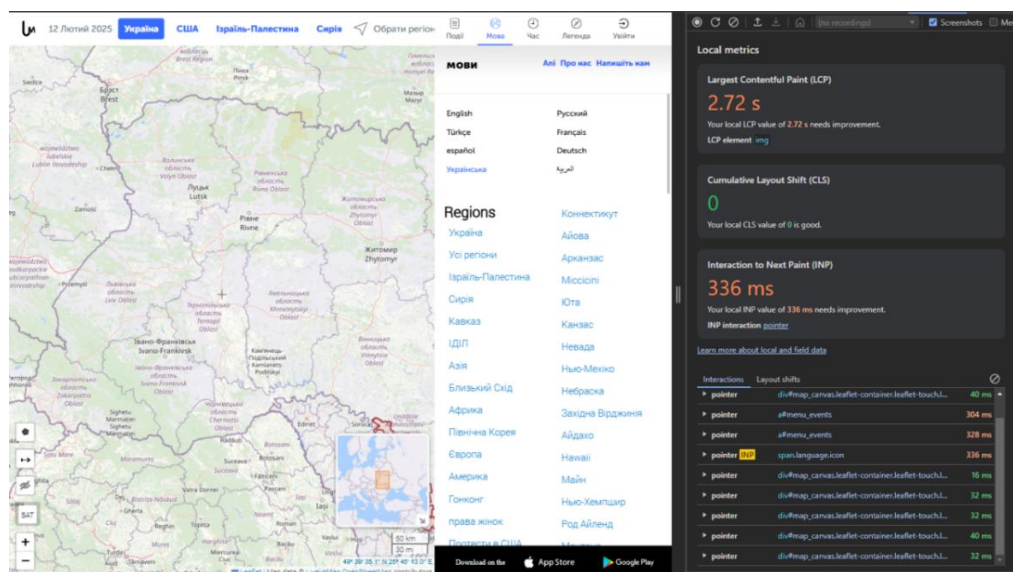


Рис. 3.36. Швидкодія інтерактивної карти liveuamap.com [130]

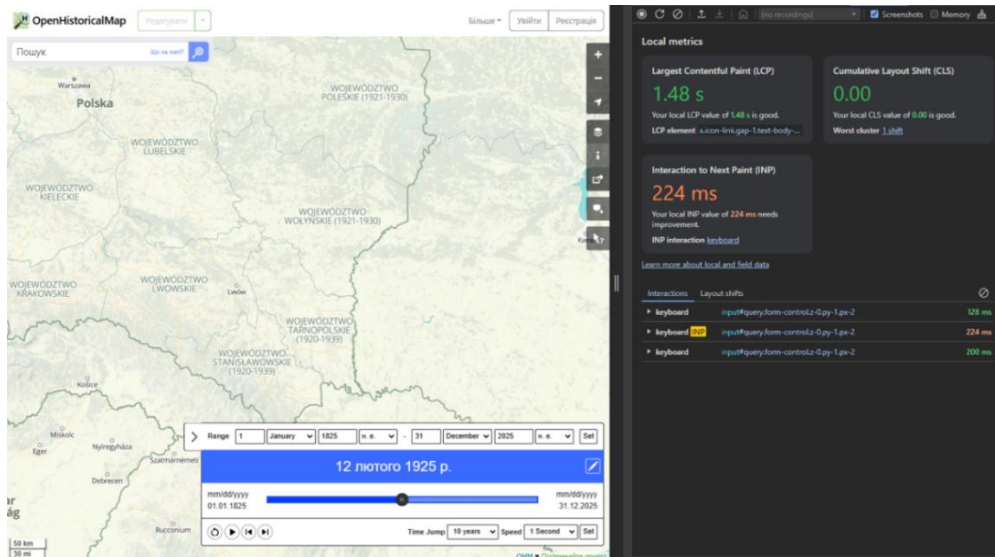


Рис. 3.37. Швидкодія інтерактивної карти openhistoricalmap.org [160]

### Подальший розвиток

Після створення вебсервісу у перспективі можливі кілька ключових розширень (рис. 3.38):

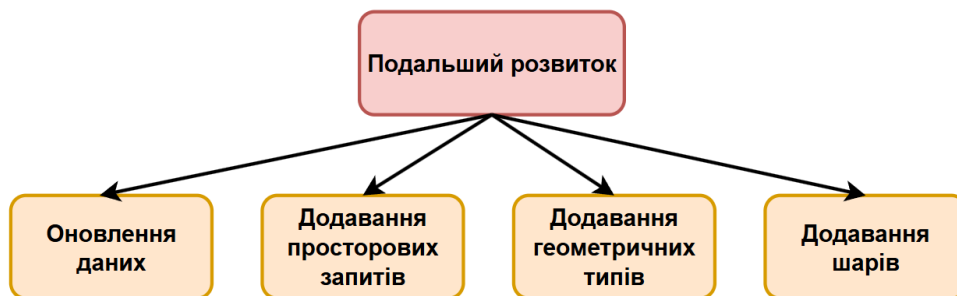


Рис. 3.38. Можливе розширення вебсервісу

1. Оновлення даних: додавання нових об'єктів, оновлення застарілої інформації, актуалізація даних з часом;
2. Додавання просторових запитів: використання NTS для реалізації складніших просторових запитів, таких як пошук маркерів в межах певного радіусу від заданої точки або визначення, чи розташований маркер у межах певної області;
3. Додавання геометричних типів: розширення використання геометричних типів, включаючи полігональні форми для окреслення форми об'єктів чи території на якій вони розташовані або ліній для маршрутів;
4. Додавання шарів: для проєкту, присвяченого воєнній історії, додавання можливості маркування не тільки постмілітарних об'єктів, але й

історичних подій, битв, військових кампаній може значно розширити його освітній та інтерактивний потенціал.

### *Ліцензії та комерційне використання*

Для вебсервісу ми використовуємо низку бібліотек і можливість інтеграції API, які є відкритим програмним забезпеченням (open-source) і доступні для комерційного використання без обмежень окрім Route API від Mapbox.

Angular: поширюється під ліцензією MIT, яка дозволяє вільне використання, модифікацію і поширення, у тому числі для комерційних цілей.

ASP.NET Core: поширюється під ліцензією Apache License 2.0, яка дозволяє вільне використання, модифікацію і поширення для будь-яких цілей, включаючи комерційні.

Leaflet: поширюється під ліцензією BSD 2-Clause, яка дозволяє вільне використання, модифікацію і поширення для будь-яких цілей, включаючи комерційні.

MS SQL Server Developer Edition. Ця ліцензія є безкоштовною для розроблення, тестування та демонстрації додатків. Вона має повну функціональність Enterprise Edition, але не може використовуватися для продакшн-середовища.

Для розроблення та розгортання проєкту ми використовуємо хостинг-провайдера smartasp.net. Smartasp.net надає ліцензію на використання MS SQL Server в рамках їхніх хостинг-планів. Ці ліцензії покривають використання MS SQL Server для розгортання та роботи вебдодатків на хостингу smartasp.net.

При роботі з Route API від Mapbox, ліцензія визначається умовами використання Mapbox Terms of Service. Це означає, що використання Route API підпадає під комерційні умови, встановлені Mapbox, і вимагає дотримання їхніх правил та умов.

### Аспекти використання Route API:

Реєстрація та використання API ключів: для використання Route API необхідно зареєструвати обліковий запис Mapbox і використовувати унікальні API ключі для кожного запиту;

Комерційні умови: використання Route API підпадає під комерційні умови, що можуть передбачати оплату за використання залежно від обсягу запитів та інших факторів;

Ліцензійні обмеження: використання SDK і інших компонентів, що не є відкритим кодом, також регулюється умовами Mapbox Terms of Service. Це включає обмеження на модифікацію коду, що стосується білінгу, обліку та збору анонімних даних.

Інші бібліотеки: крім основних фреймворків і бібліотек, ми також використовуємо ряд додаткових відкритих бібліотек, таких як RxJS, NgRx, AutoMapper тощо. Всі ці бібліотеки поширюються під ліцензіями, сумісними з комерційним використанням, такими як MIT, Apache License 2.0 або BSD.

Таким чином, всі основні компоненти нашого стека технологій — Angular, ASP.NET Core, Leaflet, а також додаткові бібліотеки - є відкритим програмним забезпеченням і можуть вільно використовуватися в комерційних проектах без будь-яких обмежень або ліцензійних виплат.

### **Висновки до розділу 3**

1. Здійснено проєктування, розроблення, тестування та впровадження вебсервісу постмілітарних об'єктів Львівської області, який є прикладом комплексного цифрового збереження, дослідження та візуалізації постмілітарних об'єктів історико-культурної спадщини регіону.

2. На основі порівняльного аналізу сучасних технологічних рішень обґрунтовано вибір стеку технологій, який включає Angular 18 (клієнтська частина), ASP.NET 8 (серверна частина), MSSQL (база даних) та бібліотеку Leaflet. Таке поєднання забезпечує високу продуктивність, модульність, гнучкість у розширенні функціональності, безпеку, адаптивність до різних пристроїв і зручність користування. Для роботи з просторовими даними застосовано NetTopologySuite, що змогу реалізувати просторові типи (Point), фільтрацію маркерів та інше.

3. Проєктування бази даних здійснено за допомогою підходу Code First, що дозволило генерувати структуру бази з програмного коду. Реалізовано

реляційну модель даних із таблицями для просторових об'єктів, періодів експлуатації, мультимедійних матеріалів, користувачів, ролей та прав доступу. База даних інтегрована у серверну частину через Entity Framework, з підтримкою автентифікації та авторизації.

4. Експериментально-дослідницькі роботи уможливили створення 3D-моделі частково втрачених постмілітарних об'єктів. Виконано повний процес таких робіт на прикладі форту «Марушка Ліс». Проведено історичні дослідження, виконано наземне лазерне сканування, детальне моделювання та візуалізацію. Задokumentовано складні архітектурні структури у 3D-форматі та відновлено втрачені частини об'єктів. За допомогою програмного забезпечення Autodesk Revit було створено деталізовану цифрову тривимірну модель форту.

Цифрова модель інтегрована у вебсервіс за допомогою платформи Sketchfab. Реалізовано доступну взаємодію з моделлю у реальному часі, яка включає: обертання, масштабування, віртуальний перегляд.

5. Реалізовано користувацьку частину вебсервісу. Створено зручний та функціональний інтерфейс з можливостями переглядати, досліджувати та аналізувати дані про постмілітарні об'єкти Львівської області.

6. Тестування продуктивності вебсервісу проведено за допомогою Apache JMeter, у тому числі в умовах 300 одночасних користувачів. Визначено середній час відповіді (891 мс), пропускну здатність (106 запитів/сек), мінімальний відсоток помилок (2.4 %), що свідчить про стабільну роботу системи. Додатково проаналізовано ключові показники Core Web Vitals (LCP, CLS, INP), які підтверджують високу швидкість і якість завантаження як головної сторінки, так і сторінки карти.

## ВИСНОВКИ

1. У результаті виконаного дисертаційного дослідження обґрунтовано та реалізовано науково-методичні, технологічні та прикладні засади створення вебсервісу постмілітарних об'єктів, як важливого компонента цифрової репрезентації історико-культурної спадщини. Робота поєднує теоретичний аналіз сучасних тенденцій вебкартографії, методологічне обґрунтування структуризації просторових даних і прикладну реалізацію програмного рішення на основі сучасних вебтехнологій.

2. Запропоновано визначення вебкартографування постмілітарних об'єктів як процесу використання онлайн-технологій для створення, аналізу та представлення карт, що візуалізують історичні та сучасні характеристики об'єктів.

3. Досліджено 31 комплекс постмілітарних об'єктів на території Львівської області, у межах чого зібрано унікальні фотографії, відеоматеріали, просторові дані та встановлено їх сучасний стан. Систематизовано інформацію про постмілітарні об'єкти, зокрема архівні та фондові документи, історичні фотографії, плани, картографічні матеріали, графічні та літературні джерела, інтернет-ресурси, картографічні вебсервіси, а також результати власних польових досліджень. Карти минулих років та візуальні матеріали дозволили ідентифікувати первісне розташування, архітектурні особливості й функціональне призначення досліджуваних об'єктів.

4. Розроблено типологічну та хронологічну класифікації об'єктів, що стало основою для структури бази даних та фільтрації інтерактивній на карті. Встановлено типи постмілітарних об'єктів Львівської області: форти, ДОТи, військові частини, бункери, криївки, летовища, ракетні полки. Виділено періоди їх функціонування: кінець XIX – початок XX століття, Перша світова війна, міжвоєнний період, Друга світова війна, Холодна війна та сучасний період.

5. Розроблено поетапну технологічну схему створення вебсервісу — від збору та опрацювання даних, створення та наповнення бази даних до технічної

реалізації вебсервісу. Визначено функціональні компоненти, зокрема: базу даних, механізм додавання маркерів, структуру таблиць і логіку інтеграції просторових і мультимедійних даних.

6. Сформовано та практично реалізовано метод документування постмілітарних об'єктів історико-культурної спадщини за допомогою наземного лазерного сканування, яке дало змогу відтворити форму та розміри об'єкта, зберігаючи деталі завдяки значній просторовій роздільній здатності, та 3D-модельовання частково втрачених об'єктів. На прикладі форту «Марушка Ліс» реалізовано повний цикл — від польової зйомки та опрацювання хмари точок до побудови 3D-моделі й розміщення її на інтерактивній карті, що уможливило перегляд та взаємодію з моделлю у режимі реального часу та дає можливість віртуально ознайомитися з фортом.

7. Вебсервіс забезпечує зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, інтегрує інформацію про постмілітарні об'єкти в єдину цифрову платформу, забезпечуючи доступність та зручність використання для різних категорій користувачів. Система підтримує інтеграцію географічних, історичних, текстових і мультимедійних даних, що значно розширює можливості аналізу та візуалізації. Інтерактивність платформи сприяє ефективному пошуку, фільтрації та персоналізації інформації. Ключовими принципами його реалізації стали інтерактивність, адаптивність та масштабованість. Реалізація на базі Angular 18 (включаючи використання бібліотеки Leaflet), ASP.NET 8 і MSSQL забезпечує високу продуктивність і стабільність роботи вебсервісу, дозволяючи ефективно опрацювати запити користувачів. Використання підходу Code First з Entity Framework дозволило автоматично створювати структуру бази даних, що підвищило гнучкість управління та оновлення даних.

8. Розроблений вебсервіс може стати корисним інструментом для краєзнавців, істориків, урбаністів, архітекторів, туристів і представників місцевих громад з метою проведення досліджень, здійснення просторово-часового аналізу, розвитку військово-історичного та культурного туризму, а

також для підтримки рішень щодо збереження, реставрації та популяризації постмілітарної спадщини.

Запропоновані методичні підходи та технологічні рішення можуть бути адаптовані для впровадження аналогічних вебсервісів в інших регіонах України. Це створює підґрунтя для формування інтегрованої вебкартографічної мережі, яка охоплюватиме об'єкти постмілітарної та історико-культурної спадщини загалом, з урахуванням регіональної специфіки, історичного контексту, типологічного розмаїття та інших чинників.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бандило, Н. (2020). Львівщина. Харків: Фоліо. 219 с.
2. Богданець, В. А., & Ковальчук, І. П. (2014). Електронні атласи: минуле та сьогодення. *Часопис картографії*, (11), 194–215.
3. Бондаренко, Е. Л. (2007). Геоінформаційне еколого-географічне картографування. Фітосоціоцентр, 272.
4. Бондаренко, Е. Л. (2011). Геоінформаційна схема картографування. *Часопис картографії*, (1), 58-64.
5. Бондаренко, Е. Л. (2011). Геоінформаційне картографування як сучасна технологія автоматизованого створення картографічних творів. *Часопис картографії*, (3), 168-176.
6. Бондаренко, Е. Л. (2011). Проблеми інтеграції даних у геоінформаційному картографуванні. *Часопис картографії*, (2), 42-50.
7. Винниченко, І. (2010, квітня 2). Відпочинок у стилі "мілітарі". *Урядовий кур'єр*, с. 19.
8. Винниченко, І. (2013, 17 липня). Чому не можна увійти до «Хегевальда»? *Урядовий кур'єр*. <https://www.ukurier.gov.ua/uk/articles/chomu-ne-mozhna-vvijti-do-hegevalda/>
9. Винниченко, І. (2013, 22 липня). Чим завинив воєнний туризм. *Економічна правда*. <https://www.epravda.com.ua/publications/2013/07/22/386152/>
10. Винниченко, І. І., & Рудніченко, Ю. А. (2016). Воєнний туризм в Україні: умови та перспективи розвитку. *Географія та туризм*, (35), 71–79.
11. Войтович, Л. В. (2007, 6, 13, 16, 20 березня). Загадки фортеці. Громада (Миколаїв).
12. Вус, О. (2009). Австрійський тет-де-пон в околицях Миколаєва-Дністровського. Правда і міфи. Львів.
13. Даценко, Л. М., & Гончаренко, О. С. (2019). *Топографічне картографування: Навчальний посібник*. Київ: КНУ ім. Т. Шевченка.

14. Даценко, Л. М., & Кардаш, Т. В. (2014). Картографування подій Другої світової війни: передумови та історичні інтерпретації. *Часопис картографії*, (10), 334-344.
15. Даценко, Л. М., & Кардаш, Т. В. (2015). Історичні картографічні твори у сфері новітніх інформаційних технологій. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (22), 58-61.
16. Дишлик, О. П. (2009). Неогеографія і майбутнє картографії. *Український географічний журнал*, (1), 50–58.
17. Дишлик, О., Марков, С., Тревого, І. (2008). Підхід до побудови тривимірних моделей складних просторових об'єктів при комплексному використанні технологій лазерного сканування та фотограмметрії. *Сучасні досягнення геодезичної науки і техніки*, (2), 101–105.
18. Дорожинський, О. Л. (2014). *Наземне лазерне сканування в фотограмметрії: навчальний посібник*. Львів: Львівська політехніка.
19. Інтерактивна мапа Тустані. Про проєкт. <https://map.tustan.ua/ua/about.html>
20. Каднічанський, Д., & Каднічанська, Н. (2020). Мілітарний туризм: проблематика термінології та класифікації. У *Географія, економіка і туризм: національний та міжнародний досвід: матеріали XIV Міжнародної наукової конференції* (Львів, 9 жовтня 2020 р.), 132–138. Львів.
21. Калинич, І. В., Губар, Ю. П., Четверіков, Б. В., & Ваш, Я. І. (2023). Порівняння 3D-моделей об'єктів, побудованих за матеріалами наземного лазерного сканування. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва* (45), 112-118.
22. Карпов, В. В. (Упоряд.). (2010). *Воєнна історія Галичини та Закарпаття: Науковий збірник. Матеріали Всеукраїнської наукової військово-історичної конференції* (767 с.). Міністерство оборони України, Національний військово-історичний музей України та ін. Львів:
23. Катушков, В. О., Шульц, Р. В., & Сосса, Б. Р. (2012). Співвідношення між очікуваною точністю наземного лазерного сканування та вимогами до

- точності виконання інженерно-геодезичних робіт. *Містобудування та територіальне планування*, (44), 238-248.
- 24.Кляп, М. П., & Шандор, Ф. Ф. (2013). *Сучасні різновиди туризму: підручник*, 205-206, Київ.
- 25.Коваль, М. (2014). Довготривала фортифікація на теренах України у 20-х-на початку 40-х років ХХ ст.: історіографія проблеми. *Науковий вісник Чернівецького університету. Історія. Політичні науки. Міжнародні відносини*, (684-685), 141-146.
- 26.Коваль, М. (2013). Укріплені райони України: сучасний стан та перспективи використання. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Історія*, (2), 116–120. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка.
- 27.Ковальчук, І. П., Богданець, В. А., & Михальчук, Н. С. (2016). *Великомасштабне атласне картографування земель навчально-дослідних господарств: Монографія* (за наук. ред. І. П. Ковальчука). Київ: Компрінт.
- 28.Ковальчук, І. П., Іванов, Є. А., & Сулик, Б. М. (2011). Моделювання стану природно-господарських систем постмілітарних територій (на прикладі фортифікаційних споруд другої половини ХІХ ст.). *Часопис картографії*, (3), 103-113.
- 29.Красівський, О. (2000). *Галичина у першій чверті ХХ ст.* Львів: ЛФУАДУ.
- 30.Кушнар'ов, В., & Поліщук, О. (2018). Мілітарі-туризм як інноваційний напрямок екстремального та пізнавально-розважального туризму. *Вісник Київського національного університету культури і мистецтв. Серія: Туризм*, (1), 107-118.
- 31.Любіцева, О. О., & Бабарицька, В. К. (2008). *Туризмознавство: вступ до фаху*. Київ.
- 32.Мельник, А. (2012). Нестандартні види туризму. Особливості функціонування військового туризму. *Краєзнавство, географія, туризм*, (16), 3-5.

- 33.Меньор, Є. *На Закарпатті розробляються нові маршрути з військового туризму.* UA-Reporter. <https://ua-reporter.com/uk/news/na-zakarpatti-rozroblyayutsya-novi-marshruty-z-viyskovogo-turyzmu>
- 34.НГЦ. (n.d.). *ПЗ Leica Cyclone для обробки даних лазерного сканування.* <https://ngc.com.ua/ua/p/41-leica-cyclone.htmlngc.com.ua+2>
- 35.Огляд ArcGis StoryMaps. <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-storymaps/get-started/what-is-arcgis-storymaps.htm>
- 36.Оконченко, І. В. (2004). Львівська Цитадель як прояв мілітарної політики Австрії середини ХІХ ст. *Архітектура: Збірник наукових праць / Б. С. Черкес (Ред.).* Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка".
- 37.Омелюх, В. (2020, травня 13). *Що подивитись – Україна. What to see in Ukraine.* <https://whattoseeinukraine.blogspot.com/2020/05/general-map.html>
- 38.Пересадько, В. А. (2008). Еколого-природоохоронне картографування депонуючих елементів оточуючого середовища. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (8), 229-234.
- 39.Пересадько, В. А., & Шпурік, К. В. (2010). Застосування картографічного методу в процесі дослідження природної та історико-культурної спадщини в Харківській області. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (11), 129-135.
- 40.Пересадько, В. А., Сінна, О. І., Вяткін, К. В., & Бодня, О. В. (2012). Геоінформаційне забезпечення природоохоронних територій. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (15), 74-77.
- 41.Пересадько, В. А., Прасул, Ю. І., Шпурік, К. В., & Шпурік, О. В. (2011). Програма регіонального картографування природної та історико-культурної спадщини. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (14), 74-77.
- 42.Петрик, В., Ющенко, М., & Піняжко, Т. (2020). Укріплення групи Лиса Гора Миколаїв-Розвадівського передмостового укріплення. *Фортифікації*,

- 12, 210–223. <https://science.lpnu.ua/uk/fortyfikaciyi/vsi-vypusky/volume-12-2020/ukriplennya-grupy-lysa-gora-mykolayiv-rozvadivskogo>
- 43.Півняк, Г. Г., Бусигін, Б. С., Дівізінюк, М. М., Азаєнко, О. В., Коротенко, Г. М., & Коротенко, Л. М. (2010). *Тлумачний словник з інформатики*, 600.
- 44.Поливач, К. (2021). Атласна інформаційна система природної і культурної спадщини України: досвід створення та перспективи розбудови. *Часопис соціально-економічної географії*, (31), 69–78.
- 45.Поливач, К. А. (2012). *Культурна спадщина та її вплив на розвиток регіонів України*. Інститут географії НАН України.
- 46.Поливач, К., & Подвойська, В. (2019). Розроблення веб-ресурсу «Публічна частина Державного реєстру нерухомих пам'яток України». *Картографічне моделювання та географічні інформаційні системи: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Львів, 109-111. Видавництво Львівської політехніки.
- 47.Попик, С. Д. (1999). *Українці в Австрії 1914–1918: Австрійська політика в українському питанні періоду Великої війни*. Київ–Чернівці.
- 48.Репехович, С. (2022). Вебкартографування постмілітарних об'єктів Львівської області. *Простір в історичних дослідженнях*, (3), 52–61.
- 49.Репехович, С. (2023). Цифрова модель історичного об'єкта у вебкартографуванні постмілітарних об'єктів. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (38), 40-49.
- 50.Репехович, С. (2024). Побудова твердотілої моделі історичного об'єкту: на прикладі форту «Марушка Ліс». *Сучасні досягнення геодезичної науки*, 1 (47), 161–169.
- 51.Репехович, С., & Сосса, Р. (2022). Постмілітарні об'єкти Львівської області (фортифікаційні споруди) як об'єкт вебкартографування. *Історико-географічні дослідження в Україні*, (16), 204–222.
- 52.Репехович, С., & Сосса, Р. (2023). Постмілітарні об'єкти Львівської області (військові частини, ракетні комплекси, летовища, бункери зв'язку,

криївки) як об'єкт вебкартографування. *Історико-географічні дослідження в Україні*, (17), 222–245.

53.Розформовані військові частини. *UkrMilitary*.  
<https://www.ukrmilitary.com/p/disbanded-troops.html>

54.Руденко, Л. Г. (2011). *Геоінформаційне картографування в Україні: концептуальні основи і напрями розвитку*. Київ: Naukova Dumka.

55.Саввова, О. В. (2019). *Методологія наукових досліджень: конспект лекцій*. Харків.

56.Смирнов, І. Г., & Любіцева, О. О. (2022, вересень). Лисогірський форт у Києві як об'єкт мілітарного туризму (актуальність в умовах російського вторгнення). *Географія, економіка і туризм: національний та міжнародний досвід* (с. 269–273). Львів: Кафедра туризму, Львівський національний університет імені Івана Франка.

57.Согор, А., Голубінка, Ю., Шаповал, В., & Согор, М. (2020). Інтерактивна карта забруднення поверхневих вод Львівщини. *Молодий вчений*, (2 (78)), 193-199.

58.Сосса, Р., & Голубінка, Ю. (2017). Сучасні виклики до топогеодезичного та картографічного забезпечення сектору безпеки та оборони держави. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, (1), 20-23.

59.Сулик, Б. (2013). Постмілітарні об'єкти Західного регіону України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*, (672-673), 160-165.

60.Сулик, Б., & Іванов, Є. (2013). Дешифрування постмілітарних об'єктів на аеро-та космознімках. *Фізична географія та геоморфологія*, (3), 133-143.

61.Тинченко, Я. Ю., Давидюк, В. В., & Міненко, Л. М. (Ред.). (2014). *Воєнна історія України. Галичина та Закарпаття: Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської наукової військово-історичної заочної конференції, 5–6 червня 2014 р.* (504 с.). Національний військово-історичний музей України.

62. Трофименко, П. Є., & Ліцман, А. М. (2022). *Воєнна історія України: Конспект лекцій*. Сумський державний університет.
63. Чабанюк, В. С., & Дишлик, О. П. (2015). Сучасні підходи до розроблення електронних атласів у контексті великих даних. *Український географічний журнал*, (4), 49-57.
64. Чабанюк, В. С., Путренко, В. В., & Станкевич, Т. В. (2012). Питання веб-публікації тематичної геопросторової інформації на основі картографічних вебсервісів. *Український географічний журнал*, (4), 60–65.
65. Четверіков Б.В. (2015). *Методи опрацювання аерокосмічних та картографічних матеріалів для відображення об'єктів історичного середовища* (Doctoral dissertation, Національний університет “Львівська політехніка”).
66. Четверіков, Б. В., Хінціцький, О. В., & Калинич, І. (2021). Методика картографування об'єктів історико-культурної спадщини засобами гіс-технологій із використанням архівних картографічних та аероматеріалів. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК*, (1(41)), 97–103. Львів: Видавництво Львівської політехніки.
67. Четверіков, Б., & Марко, О. (2017). Методика створення WEB-карти об'єктів історико-культурної спадщини м. Львова. *GeoTerrace-2017: міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених, 14-16 грудня 2017*, Львів, Україна, 125–129.
68. Четверіков, Б., Бабій, Л., Кузик, З., Заяць, І., & Процик, М. (2022). Дослідження цифрових моделей рельєфу нерухомих об'єктів історико-культурної спадщини, створених за різні роки. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*, 96, 65–76.
69. Четверіков, Б. В. (2023). Застосування методів радіолокаційної інтерферометрії та георадарного знімання для моніторингу земель історико-культурного призначення. *Сучасні досягнення геодезичної науки*

*та виробництва: збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК, (1(45)), 153–160.*

70. Четверіков, Б. В. (2024). *Методологія використання даних ДЗЗ і георадарного знімання для моніторингу земель історико-культурного призначення: Автореферат дисертації доктора техн. наук: 05.24.04.* Національний університет "Львівська політехніка", Київський національний університет будівництва і архітектури.
71. Чикайло, Ю. І., Стадницька, В. А., & Волошин, І. М. (2015). Військово-історичні музеї України, як об'єкти військового туризму (на прикладі міста Львова). *Географія та туризм, (32), 74-86.*
72. Шорохова, Р. С., & Бондаренко, Е. Л. (2016). Особливості представлення легенд інтерактивних карт. *Часопис картографії: Збірник наукових праць.* Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 47-56.
73. Шульц, Р. В. (2012). *Теорія і практика використання наземного лазерного сканування в задачах інженерної геодезії.* Автореферат дисертації, д. т. н., – Київ, –2012.–32 с.
74. Щука, Г. П., Журба, І. Є., & Коробейникова, Я. С. (2024). Шляхи формування пропозиції на ринку в'їзного воєнного туризму в Україні. *Економіка та суспільство, (64), 648–654.*
75. Янчук, Р., Янчук, О., Трохимець, С., Андросюк, М., Савчин, І., & Лозинський, В. (2024). Створення тривимірної моделі культової споруди за даними комбінованих геодезичних зніманих. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, 101–109.*
76. Ярема, Н., Прохоренко, М., Серант, О., & Терех, Т. (2022). Створення картографічного вебдодатка розвитку кафедри картографії та геопросторового моделювання Національного університету «Львівська політехніка». *Технічні науки та технології, (3 (29)), 192-197.*
77. Юринець, В. Є. (2011). *Методологія наукових досліджень.* Львів: ЛНУ ім. Івана Франка.



78. Adamczyk, R. (2021). *Przemysł w czasach Wielkiej Wojny: Studia i materiały*. Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
79. Agafonkin, V. (2024, July 28). Leaflet – an open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps. <https://leafletjs.com/>
80. Angular. (2024). Overview. *Angular Documentation*. <https://v18.angular.dev/overview>
81. Angular. Standalone components. *Angular v17*. <https://v17.angular.io/guide/standalone-components>
82. Apache Software Foundation. *Apache JMeter™*. Retrieved May 5, 2025, from <https://jmeter.apache.org/>
83. Arcanum Urbex. *Urban exploration photography*. <https://www.arcanumurbex.de/>
84. Association for Culture and Tourism Exchange. *WW1 Route – The cultural route of the First World War*. from <https://ww1route.eu/>
85. Austro-Hungarian Army. *Przemysł fortress*. <https://www.austro-hungarian-army.co.uk/przemysl.html>
86. Blog.i.ua. <https://blog.i.ua/user/5086/>
87. Boltunova, V., & Prokofyeva, N. (2017, June). Analysis and selection of web service technologies. In *Environment. Technologies. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 2, pp. 18–23).
88. BrownKing. (2024, December 27). Understanding the Service Layer in Software Architecture. *Medium*. <https://medium.com/@navroops38/understanding-the-service-layer-in-software-architecture-df9b676b3a16>
89. Bujak, F. (1908–1910). *Galicja* (Vols. 1–2). Lwów.
90. Cartwright, W., & Peterson, M. P. (Eds.). (2014). *Web-based GIS*. CRC Press.
91. Cartwright, W., Peterson, M. P., & Gartner, G. (2007). *Multimedia cartography*. Springer Science & Business Media.
92. CastleXplorer. *Castles of England, Scotland and Wales*. <https://www.castlexplorer.co.uk/>
93. Chang, J. (2017). *Tourism Res Hospitality*, 6 (3).

94. Chetverikov, B., Hlotov, V., & Bakula, K. (2024). Development of a Software Module for Studying Historical and Cultural Heritage Objects Using Non-Invasive Research Data. *Heritage*, 7(8), 4131-4148.
95. CNN Style. Notre-Dame's last moments: How a fire engulfed the iconic cathedral. <https://edition.cnn.com/style/article/notre-dame-andrew-tallon-laser-scan-trnd/index.html>
96. Code, A. (2020, August 31). Static maps vs interactive maps: When to use them. *Line-45*. <https://www.line-45.com/post/static-maps-vs-interactive-maps-when-use-them>
97. Dark Tourism. *Polish Army Museum*. <https://www.dark-tourism.com/index.php/poland/15-countries/individual-chapters/1370-polish-army-museum>
98. Datum Tech Solutions. An extraordinary set of circumstances. <https://datumtechsolutions.com/blogs/news/an-extraordinary-set-of-circumstances>
99. DeepStateMap. *Interactive map of the Russian invasion of Ukraine*. <https://deepstatemap.live/#6/49.4383200/32.0526800>
100. Dotnet by Microsoft. *NET Core support policy*. <https://dotnet.microsoft.com/en-us/platform/support/policy/dotnet-core>
101. Esri Insider. (2016, May 11). The role of web maps. *Esri Newsroom*. <https://www.esri.com/about/newsroom/insider/the-role-of-web-maps>
102. Explorer.lviv.ua. <https://explorer.lviv.ua/forum/>
103. Fox13 News. USF team using 3D laser scanning to restore Tampa's famed Jackson House. <https://www.fox13news.com/news/usf-team-using-3d-laser-scanning-to-restore-tampas-famed-jackson-house>
104. Freemap.com.ua. Freemap — Вільна карта України. <https://freemap.com.ua/>
105. Fu, P., & Sun, J. (2013). *Web GIS: Principles and applications*. Esri Press.
106. Fys, M., Yurkiv, M., & Lozynskyi, V. (2021). Modeling of 3-D objects using geodetic and cartographic data and determining their volumes with an

- accuracy assessment. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22, 100506.
107. GIS Contributor. (2002, August 27). Military applications of GIS. *GIS Learning*.
  108. GoIT. (2023, July 20). Frontend, Backend і Fullstack: що це таке та в чому відмінності. *GoIT Global*. <https://goit.global/ua/articles/frontend-backend-i-fullstack-shcho-tse-take-ta-v-chomu-vidminnosti/>
  109. Golvid.com.ua. Надсекретна база під Бродами. <http://golvid.com.ua/nadsekretna-baza-pid-brodamy.html>
  110. Google. (2025, May 1). *Layers. Google Maps JavaScript API Documentation*.  
<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/layers>
  111. Grand View Research. *Digital map market*.  
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/digital-map-market>
  112. Heap. What is a tech stack: Examples, components, and diagrams. *Heap*.  
<https://www.heap.io/topics/what-is-a-tech-stack>
  113. Historic Building Information Modelling (Hbim): A Review. (2020). *ResearchGate*.  
[https://www.researchgate.net/publication/338177098\\_Historic\\_Building\\_Information\\_Modelling\\_Hbim\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/338177098_Historic_Building_Information_Modelling_Hbim_A_Review)
  114. Hrusovsky, M., & Noeres, K. (2011). Military tourism. In *The long tail of tourism: Holiday niches and their impact on mainstream tourism* (pp. 87–94). Wiesbaden: Gabler
  115. Havrylenko, T. V., Mazurets, R. R., Serbenivska, A. Y., & Kotsan, N. N. (2023). Promotion of military tourism as a tool of socioeconomic development of a region (on the example of Kyiv Oblast). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 32(4), 741-752.
  116. Hypermedia. *Lecture notes in geoinformation and cartography*, 97–119.

117. Igotoworld. Музей-криївка воїнів УПА.  
[https://ua.igotoworld.com/ua/poi\\_object/121742\\_muzey-kryivka-voinov-  
 upa.htm](https://ua.igotoworld.com/ua/poi_object/121742_muzey-kryivka-voinov-upa.htm)
118. Internet Archive. *Internet Archive: Digital library of free & borrowable books, movies, music & more.* <https://archive.org/>
119. ITVDN. (2024, May 29). Що таке патерни проєктування у програмуванні. ITVDN. <https://itvdn.com/ua/blog/article/what-are-design-patterns-in-programming>
120. JavaRush. Частина 7. Ознайомлення з патерном MVC (Model-View-Controller). [https://javarush.com/ua/groups/posts/uk.2536.chastina-7-  
 oznayomlennja-z-paternom-mvc-model-view-controller](https://javarush.com/ua/groups/posts/uk.2536.chastina-7-oznayomlennja-z-paternom-mvc-model-view-controller)
121. Karpaty.info. Криївка в Басівці.  
<https://www.karpaty.info/ua/uk/lv/lw/basivka/museums/kryivka/>
122. Kerski, J. (2025, April 7). Predict weather with real-time data. *Learn ArcGIS*. [https://learn.arcgis.com/en/projects/predict-weather-with-real-time-  
 data/](https://learn.arcgis.com/en/projects/predict-weather-with-real-time-data/)
123. Kraak, M. J. (2001). Settings and needs for web cartography. In Kraak, M. J., & Brown, A. (Eds.), *Web cartography* (pp. 3–4). Francis and Taylor.
124. Kraak, M. J., & Brown, A. (2017). *Web cartography: Map design for interactive and mobile devices*. CRC Press.
125. Kraak, M. J., & Ormeling, F. J. (2013). *Cartography: Visualization of spatial data*. Routledge.
126. Krystynopol.info. Військова частина РВСП «Кокарда».  
<https://krystynopol.info/vijskova-chastyna-rvsp-kokarda/>
127. Kwiatkowski, C. A., & Maziarz, P. Military facilities as tourist attractions on the example of the fortress in Zamosc.
128. Layers of London. *Interactive map*. <https://www.layersoflondon.org/>
129. Li, W., Guan, Z., & Li, M. (2018). Research on web-based GIS for spatial information services. In 2018 *International Conference on Electronic Information Technology and Intellectualization (ICEITI)*, 163–166. IEEE.

130. Live Universal Awareness Map. *Liveuamap*. <https://liveuamap.com/uk>
131. Lovett, C. (2022, June 2). How ASDA uses location intelligence for site selection. *CARTO*. <https://carto.com/blog/how-asda-uses-location-intelligence-site-selection>
132. Mapa Opevnění. *Map of Czechoslovak fortifications 1935–1938*. <https://mapa.opevneni.cz/>
133. Malaszowicz, E. (1989). Obóz i obszar warowny Lwów. *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury*, PAN, T. XXII, 243–253.
134. Mapbox. Layers. *Mapbox Style Specification*. <https://docs.mapbox.com/style-spec/reference/layers/>
135. MapLibrary. 7 ways technology transforms collaborative map-making today. <https://www.maplibrary.org/1232/the-impact-of-technology-on-collaborative-map-making/>
136. Markets and Markets. *Geospatial analytics market*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/geospatial-analytics-market-198354497.html>
137. Meta Platforms, Inc. (2025). *Quick Start. React Documentation*. <https://react.dev/learn>
138. Michael, P. P. (2008). *International perspectives on maps and the Internet*. Springer Science & Business Media.
139. Microsoft. (2020, October 14). *Code First to a New Database*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/ef6/modeling/code-first/workflows/new-database>
140. Microsoft. (2020, October 14). *Database First*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/enus/ef/ef6/modeling/designer/workflows/database-first>
141. Microsoft. (2024, August 30). *Introduction to Identity on ASP.NET Core*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/security/authentication/identity?view=aspnetcore9.0&tabs=visual-studio>

142. Microsoft. (2024). *Microsoft SQL Server*. Microsoft.  
<https://www.microsoft.com/en-us/sql-server>
143. Microsoft. (2020, October 14). *Model First*. Microsoft Learn.  
<https://learn.microsoft.com/en-us/ef/ef6/modeling/designer/workflows/model-first>
144. Microsoft. (2023, March 23). *Spatial Data: NetTopologySuite*. Microsoft Learn.  
<https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/modeling/spatial#nettopologysuite>
145. Microsoft. (2024, November 6). *What's new in ASP.NET Core 8.0*. Microsoft Learn.  
<https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/release-notes/aspnetcore-8.0?view=aspnetcore-9.0>
146. Microsoft. *Introduction to Claims-Based Identity*.  
[https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/apps/ee517291\(v=vs.110\)](https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/apps/ee517291(v=vs.110))
147. Military history of Ukraine. Galicia and Transcarpathia. (2014). *Collected scientific works*.
148. Mitchell, T. (2005). *Web mapping illustrated: Using open source GIS toolkits*. O'Reilly Media, Inc.
149. Moreno-Lobato, A., Costa, C., & Hernández-Mogollón, J. M. (2020). Value creation in the Cultural Routes of the European Council through the design of military tourism products. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, (34), 53–64.
150. Murugesan, S. (2010). *Handbook of research on Web 2.0, 3.0, and X.0: Technologies, business, and social applications* (Vols. 1–2). Multimedia University & University of Western Sydney. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-384-5>
151. Najdus, W. (1958). *Szkice z historii Galicji* (Vols. 1–2). Warszawa.
152. Narodowy Instytut Dziedzictwa. *Mapy zabytek*. Retrieved April 18, 2025, from <http://mapy.zabytek.gov.pl>

153. NASA. *Worldview* [Web application]. NASA Earthdata.  
<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
154. National Heritage Board of Poland. *Twierdza Przemyśl*.  
<https://zabytek.pl/en/obiekty/twierdza-przemysl>
155. Netek, R., Pohankova, T., Bittner, O., & Urban, D. (2023). Geospatial analysis in Web Browsers — Comparison study on WebGIS process-based applications. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(9), 374.
156. Neumann, A. (2007). In Shekhar, S., & Xiong, H. (Eds.), *Encyclopedia of GIS* (p. 1261). Springer.
157. Nowak, J. (2015). *Twierdza Przemyśl: Historia i architektura*. Kraków: Wydawnictwo Historia Iagellonica.
158. Odtur. *Twierdza Przemyśl*. <https://odtur.pl/atrakcje/przemysl-twierdza-przemysl-49991.html>
159. Ofner, W. (2018, January 9). Repository and Unit of Work Pattern. *Programming with Wolfgang*.  
<https://programmingwithwolfgang.com/repository-and-unit-of-work-pattern/>
160. OpenHistoricalMap contributors. *OpenHistoricalMap*.  
<https://www.openhistoricalmap.org/>
161. OpenJS Foundation. *About Node.js*. Node.js. Retrieved May 5, 2025, from <https://nodejs.org/en/about>
162. Pettinelli, E., Barone, P. M., Mattei, E., & Di Matteo, A. (2009). GPR application to historical buildings structural control. *Department of Physics “E. Amaldi”, University of Roma Tre*.
163. Plunkett, G. (2025, April 3). The role of SDIs in the democratization of geospatial data and services. *Esri Canada*. <https://resources.esri.ca/news-and-updates/the-role-of-sdis-in-the-democratization-of-geospatial-data-and-services>
164. Poohitan.com. *Around Lviv Airport*. <https://poohitan.com/p/around-lviv-airport>



165. Portal.lviv.ua. (2019, December 4). У Брюховичах відновили криївку воїнів УПА. <https://portal.lviv.ua/news/2019/12/04/u-briukhovychakh-vidnovyly-kryivku-voiniv-upa>
166. Precisely. *Web mapping*. <https://www.precisely.com/glossary/web-mapping>
167. Putz, S. (1994). Interactive information services using World-Wide Web hypertext. *Computer Networks and ISDN Systems*, 27(2), 273-280.
168. Repekhovych, S., & Sossa, R. (2021). Approaches to web mapping of post-military facilities in Lviv region. In *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2021»*, Lviv, 4–6 October 2021.
169. Repekhovych, S., & Sossa, R. (2022). Principles of web mapping of post-military facilities. In *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace 2022»*, Lviv, 4–6 October 2022.
170. Repekhovych, S., & Sossa, R. (2024). Theoretical and methodological foundations of web mapping of post-military facilities. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*, (99), 46–57.
171. Rouse, M. (2015). Web mapping. *Techopedia*. <https://www.techopedia.com/definition/15584/web-mapping>
172. Rudenko, L. H., Kozachenko, T. I., Lyashenko, D. O., & Bochkovska, A. I. (2011). *Geoinformation mapping in Ukraine: Conceptual framework and direction of development*. Kyiv: Naukova dumka.
173. Savchyn, I., & Repekhovych, S. (2024, October). Historical Virtual Reconstruction of Przemyśl Fortress Forts Using Geodetic Methods: the Case of I/4 Maruszka Las Fort in Ukraine. In *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024»* (Vol. 2024, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers.
174. Sieber, R., et al. (2011). From classic atlas design to collaborative platforms – The SwissAtlasPlatform Project. In *25th ICA Conference*, Paris. [https://dev.atlasderschweiz.ch/wpcontent/uploads/ICC2011\\_SwissAtlasPlatform.pdf](https://dev.atlasderschweiz.ch/wpcontent/uploads/ICC2011_SwissAtlasPlatform.pdf)



- 175.Skeiron. *Save Ukrainian heritage.*  
<https://skeiron.com.ua/saveukrainianheritage-2>
- 176.State Service of Ukraine for Geodesy, Cartography and Cadastre. (2023). *Ukraine: Country report 2022–2023* (Prepared for the United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM)). [https://ggim.un.org/country-reports/documents/Ukraine\\_National\\_Report\\_2023.pdf](https://ggim.un.org/country-reports/documents/Ukraine_National_Report_2023.pdf) (p. 6)
177. Steiniger S., & Robert W. (2009). *GIS Software. A description in 1000 words.* [https://sourceforge.net/projects/jump-pilot/files/w\\_other\\_freegis\\_documents/articles/gissoftware\\_steiniger2008.pdf/download](https://sourceforge.net/projects/jump-pilot/files/w_other_freegis_documents/articles/gissoftware_steiniger2008.pdf/download)
178. SystemNet. *Лазерний сканер Leica ScanStation C10.*  
<https://systemnet.com.ua/lazernyj-skaner-leica-scanstation-c10/>
- 179.Swann, D. (1999). Military applications of GIS. *International Journal of Geographical Information Systems*, (2), 889-899.
- 180.Taylor, D. R. F. (1997). Maps and mapping in the information era. In Ottoson, L. (Ed.), *Proceedings of the 18th ICA Conference* (Vol. 1, pp. 1–10). Swedish Cartographic Society.
- 181.Taylor, D. R. F. (2003). The concept of cybercartography. In *Maps and the Internet*, 405-420, Amsterdam: Elsevier.
- 182.Taylor, D. R. F. (2007). Maps, mapping and society in the Web 2.0 era of social computing. *Public Lecture*, CentroGEO, Mexico City.
183. Terribile, F., et al. (2015). A web-based spatial decision supporting system for land management and soil conservation. *Solid Earth*, 6(3), 903-928.  
<https://doi.org/10.5194/se-6-903-2015>
184. Texty.org.ua. (2021). «Інтерактивна мапа ОУН» — «Похід на схід».  
<https://texty.org.ua/projects/102993/pohid-na-shid/?src=main>
- 185.The All-Ukrainian. (2014). *Science military-historical correspondence conference*, June 5–6, 2014. Kyiv.
- 186.Trasy rowerowe. [https://www.przemysl.pl/turystyka/387/trasy\\_rowerowe](https://www.przemysl.pl/turystyka/387/trasy_rowerowe)

187. Twierdza Przemyśl. *Twierdza Przemyśl – Fortyfikacje i historia*.  
<http://www.twierdzaprzemysl.org/>
188. UkrMilitary. *Ukrainian Military Pages*. <https://www.ukrmilitary.com/>
189. Urbex Hub. *What is Urban Exploration (Urbex)?*.  
<https://urbexhub.com/what-is-urban-exploration-urbex/>
- 190.USGS. *Historical topographic maps – preserving the past*.  
<https://www.usgs.gov/programs/national-geospatial-program/historical-topographic-maps-preserving-past>
191. Vue.js. *Frequently Asked Questions*. <https://vuejs.org/about/faq.html>
192. Wikimapia. *Wikimapia – Let's describe the whole world!*.  
<https://wikimapia.org/>
- 193.Windy.com. (2015). *About Windy. Windy Community*.  
<https://community.windy.com/topic/4/about-windy>
- 194.Wojciechowski, S. (2014). *Twierdza Przemyśl: Ostatnia wielka twierdza Austro-Węgier*. Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka.
195. WPGM Team. (2023, July 19). Exploring the benefits and challenges of digital mapping technology. *WPG Maps*.  
<https://www.wpgmaps.com/exploring-the-benefits-and-challenges-of-digital-mapping-technology/>
- 196.Yarema, N., Kowalski, P., Marchenko, D., Holubinka, Y., Herych, I., Serant, O.-M. (2024). Development of an interactive memory map of the heroes of the Russian-Ukrainian war. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*, (100), 25–32.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### *Історія та розвиток вебкартографування*

| Рік  | Подія                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1989 | Народження WWW, винайденого в Європейській організації з ядерних досліджень (CERN) для обміну дослідницькими документами.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1993 | Херох PARC Map Viewer — перший сервер карт, заснований на CGI/Perl, дозволив репроекцію стилю та визначення масштабу карти.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1994 | Світовий локатор землетрусів перший інтерактивний вебмаппінг, випущений на основі подання карти Херох PARC.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1994 | Під керівництвом Федерального комітету з геоданих була сформульована концепція геопорталу в рамках національної інфраструктури просторових даних США (NSDI Clearinghouse Network). Почали з'являтися перші електронні атласи та атласні інформаційні вебсистеми, які надавали засоби керування параметрами картографічних композицій та запитів до географічних даних.                 |
| 1995 | Створення відповідних програмно-технологічних рішень: відкритих та комерційних веб-ГІС, бібліотек програм та функцій, користувацьких та програмних інтерфейсів. Серед них - перші версії розробок MapGuide, Mapquest, Geomedia WebMap, ESRI MapObjects Internet Map Server. Великі компанії ІТ-галузі та розробники професійних ГІС почали приділяти увагу технологіям вебкартографії. |
| 1996 | Центр передових просторових технологій Інтерактивний картограф, заснований на оболонці CGI/C/GRASS, дозволяє користувачеві вибрати географічний масштаб, базовий шар растру та кількість векторних шарів для створення персоналізованої карти.                                                                                                                                         |
| 1996 | Mapquest, перша популярна в Інтернеті служба узгодження та маршрутизації адрес із вихідним відображенням.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1996 | MultiMap, вебсайт, що базується у Великій Британії, відкрив послуги з картографування, маршрутизації та розташування на основі Інтернету. Став одним з найпопулярніших вебсайтів Великої Британії.                                                                                                                                                                                     |
| 1996 | Geomedia WebMap 1.0, перша версія Geomedia WebMap, яка вже підтримує векторну графіку завдяки використанню ActiveCGM.                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1996 | MapGuide, Autodesk придбала Argus Technologies та представила Autodesk MapGuide 2.0.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1997 | Інтернет-ініціатива Національного атласу США, USGS отримала мандат на координацію та створення Інтернет-національного атласу Сполучених Штатів Америки.                                                                                                                                                                                                                                |
| 1997 | UMN MapServer 1.0, розроблений в Університеті Міннесоти (UMN) як частина проекту NASA ForNet. Виникла необхідність передавати дані дистанційного зондування через Інтернет для лісівників.                                                                                                                                                                                             |
| 1997 | GeoInfoMapper, GeoInfo Solutions розробив перший Java-GIS-апплет під назвою "JavaMap".                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1998 | Terraserver USA, випущена служба вебкарт, що обслуговує аерофотознімки (переважно ч/б) та USGS DRG. Це було одне з перших популярних WMS.                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1998 | UMN MapServer 2.0, додано перепроєктування та підтримку proj.4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1998 | MapObjects Internet Map Server, вступ ESRI до бізнесу вебкартографування.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1999 | Національний атлас Канади, 6-е видання, ця нова версія була випущена до конференції ICA 1999 в Оттаві. Ввів багато нових функцій та тем.                                                                                                                                                                                                                                               |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000        | Початок ери розподілених вебплатформ для картографії, зокрема UMN MapServer 3.0, розроблений як частина проекту NASA TerraSIP, та також перший публічний випуск UMN Mapserver із відкритим кодом. Додано растрову підтримку та підтримку шрифтів TrueType та ESRI ArcIMS 3.0. Їх розвитку сприяло широке впровадження механізмів асинхронної взаємодії між вебсервером та клієнтом у браузері, а також поява стандартів для передачі географічних даних в Інтернеті. |
| 2001        | Представлена перша версія WMS (Web Map Service), сервісу передачі географічно прив'язаних растрових зображень, які генеруються картографічним сервером.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2001        | Старт проекту GeoServer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2001        | MapScript 1.0, додає велику гнучкість рішенням UMN MapServer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2001        | Tirolatlas, високоінтерактивний онлайн-атлас, перший, що базується на стандарті SVG.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2002        | UMN MapServer 3.5, додано підтримку PostGIS та ArcSDE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2002        | ArcIMS 4.0, версія 4 сервера вебкарт ArcIMS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2003        | Запуск проекту NASA World Wind, який є віртуальним глобусом, що завантажує дані з розподілених ресурсів через Інтернет. Ландшафт та будівлі можуть розглядатися у трьох вимірах.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2003        | UMN MapServer 4.0, додає підтримку 24-бітного растрового виводу та підтримку PDF та SWF.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2004        | OpenStreetMap (OSM), карта світу із відкритим кодом, відкритим вмістом, заснована Стівом Коустом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2005        | Компанія Google запустила глобальні картографічні сервіси Google-Maps та Google-Earth. Ці сервіси використовували новий підхід: всі дані були підготовлені заздалегідь, що у поєднанні з технологіями AJAX дозволило забезпечити швидку роботу з картами та "безшовність" даних при навігації.                                                                                                                                                                       |
| 2005        | "Mash-up" карта була представлена на housingmaps.com, який дозволяв переглядати оголошення про житло на карті, фільтрувати результати та клікати для відкриття оголошення на Craigslist. Це була перша карта такого роду.                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2005        | UMN MapServer представлений як відкритий код Геопросторовою фундацією із відкритим кодом (OSGeo). UMN MapServer 4.6, додає підтримку SVG.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2005        | MapGuide Open Source, представлений Autodesk як відкритий код.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2005        | Перша версія бібліотеки Javascript із відкритим кодом OpenLayers.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2006        | Запущено WikiMapia. Вікімапія — приватний проєкт спільного картографування з відкритим вмістом, який використовує інтерактивну "інтерактивну" вебкарту з географічно орієнтованою системою wiki з метою позначення та опису всіх географічних об'єктів у світі.                                                                                                                                                                                                      |
| 2006 - 2010 | OpenStreetMap (OSM) активно розвивався, дозволяючи зареєстрованим користувачам додавати або редагувати об'єкти на карті: дороги, водні шляхи, цікаві місця тощо.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2009        | Nokia зробила Ovi Maps безкоштовними на своїх смартфонах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2010        | Засновано Mapbox — великий постачальник користувальницьких онлайн-карт для вебсайтів, таких як Foursquare, Pinterest, Evernote, Financial Times, Weather Channel та Uber Technologies. Починаючи з 2010 року, він швидко розширив нішу спеціальних карт, як відповідь на обмежений вибір, який пропонують постачальники карт, такі як Google Maps та OpenStreetMap                                                                                                   |
| 2011        | Випущено WebGL, який призначений для ефективного відображення графіки в браузері. Ця технологія стала відмінним варіантом для візуалізації геопросторових даних на карті.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011 | CARTO (раніше CartoDB) — це програмне забезпечення як сервіс (SaaS), хмарна обчислювальна платформа, яка надає інструменти GIS та вебкарти для відображення у браузері.                                                                                                               |
| 2011 | Leaflet, початковий випуск, бібліотека JavaScript із відкритим кодом для інтерактивних карт для мобільних пристроїв.                                                                                                                                                                  |
| 2011 | Cesium — бібліотека JavaScript із відкритим кодом для 3D-глобусів та карт світового класу, що дозволяє користувачам створювати провідний 3D глобус та карту для статичного та динамічного часу вмісту.                                                                                |
| 2012 | Запуск Apple Maps, першої програми для картографії на основі векторних тайлів, яка замінила клієнт Google Maps на платформах Apple.                                                                                                                                                   |
| 2013 | Mapbox оголосив векторні плитки для вулиць.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2014 | ArcGIS Online запропонував значні функції веб-ГІС, включаючи хостинг, маніпулювання та візуалізацію даних у динамічних додатках.                                                                                                                                                      |
| 2020 | Випущено Petal Maps, сервіс від Huawei для пристроїв з операційною системою HarmonyOS, Android та iOS. Сервіс пропонує супутникові зображення, аерофотозйомку, тривимірний перегляд оточення, навігацію з покроковими інструкціями та планування маршруту для різних видів подорожей. |

## Додаток Б

*Постмілітарні об'єкти Львівської області*

| Назва             | Опис                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Форти             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Форти в Поповичах | <p>Відносяться до фортифікаційних споруд Перемиської фортеці – найбільшої фортеці Австро-Угорської імперії і однієї з найбільших в Європі на зламі XIX і XX століть. З огляду на стратегічне положення Перемишля в Австрійській імперії на перехресті шляхів з півночі на південь і з сходу на захід тут військовим відомством було обране місце для спорудження потужної фортеці. Будівельні роботи були виконані у XIX ст., хоча роботи з удосконалення фортифікаційних споруд проводили до початку Першої світової війни. 42 форти Перемиської фортеці оточували місто 40-кілометровим кільцем, прорвати яке було практично неможливо.</p> <p>Фортеця має цікаву інженерну інфраструктуру фортів і не перестає дивувати майстерності австрійських архітекторів. Наприклад, є колодязь з глибиною понад 100 метрів. Як він був збудований і для чого – до кінця не зрозуміло. Колодязь мав ліфт та металеві сходи. Можливо, це був перехід до Перемишля на випадок евакуації з фортеці, бо діаметр його становить 2 м.</p> <p>У роки Першої світової війни Перемиська фортеця стримували натиск двохсот тисячної російської армії, вона двічі була взята в облогу. Під час першої облоги, тривалістю 21 день (17 вересня – 10 жовтня 1914 р.), російська армія, проводячи численні штурмові атаки, не змогла оволодіти фортецею. Друга облога (5 листопада 1914 р. – 22 березня 1915 р.), тривалістю 122 дні, через голод і хвороби оборонців фортеці була успішною для росіян. А вже під час третьої облоги фортеці (18 травня – 3 червня 1915 р.) австрійська армія відбила її в росіян.</p> <p>1968 р. комплекс споруд Перемиської фортеці оголошений у Польщі пам'яткою державного значення, нині польська держава готується внести фортецю до списку культурної спадщини ЮНЕСКО. Цю фортецю у Польщі вважають однією із візитних карток країни.</p> <p>Однак, маловідомим фактом для широкого загалу є те, що незначна частина споруд Перемиської фортеці знаходиться нині на українській території. Це – околиці села Поповичі, від яких до державного кордону з Польщею – кілька сот метрів. На українській стороні знаходиться всього 6 фортів, але саме вони укріплені краще – адже противника чекали зі сходу. Завдяки тому, що в радянські часи з огляду на прикордонну територію сюди нікого не пускали, земляні вали, окопи й переходи між фортами добре збереглися.</p> <p>Збираючи по крихтах інформацію з літературних джерел й інтернет-ресурсів, один із співавторів задався ціллію відшукати українські форти на місцевості та встановити їхні координати. Потрібної карти не було, тому й вирішено було зробити її самостійно. За основу було взято схему з Інтернету, підібрано масштаб і суміщено положення фортів групи Седліска з сучасною топографічною основою. На місцевості, користуючись GPS-приймачем, визначено точні місцеположення фортів.</p> <p>Шість сполучних фортів групи Седліска зі сходу прикривали підходи до основного <i>форту I «Саліс Соглію»</i>. Принаймні один із них зазнав шаленого штурму. Та, зрештою, усі форти були підірвані в березні 1915 р., а після 1918 р. – частково розібрані.</p> |

Форти, за логікою, знаходились або на вершинах пагорбів, або на їхніх східних схилах. Всі вони мали спільну систему шанців, до кожного від основного форту I «Саліс Соглію» вела дорога. Між фортами знаходились відокремлені постійні артилерійські позиції.

Щоб знайти ці укріплення, упродовж півтора року довелося здійснити шість експедицій, не раз спілкуватися з прикордонниками і навіть переконувати їх, що ти не агент «дефензиви».

Найпівденніший **форт «Поповичі»** знаходиться у лісі, що на пагорбі відразу за газовою вишкою. Вхід у ліс утруднений зарослями кущів, але пересуватися далі доволі легко. Руїни форту «Поповичі» оточені земляним валом і ровом, висота урвищ над самими стінами досягає п'яти-семи метрів. Вихід із форту – на західному боці.

Аби дістатися найцікавішого та найкраще збереженого **форту «Дзєвенчиці»**, треба, рухаючись від «Поповичів» у західному напрямку, перейти на сусідній пагорб. Для цього потрібно перетнути просіку, пройти через ліс. Самим краєм лісу іде польова дорога, яка й приводить до входу у форт «Дзєвенчиці». Цей форт зберіг свою багатоярусну будову, стежка, що йде колишнім ровом поряд з укріпленнями, має численні відгалуження. У форті є кілька коридорів. Найдовший із них — 200-метровий підземний хід, який веде від зовнішніх стін до внутрішнього двору. Щоб пройти ним, необхідно мати потужний ліхтар. Слід пам'ятати, що в одному з бічних відгалужень коридору є глибокий колодязь. У внутрішній частині форту можна оглянути приміщення колишніх казематів.

Вихід із «Дзєвенчиць» розташований на північному заході. Рухаючись шутрованою польовою дорогою у північному, а потім у східному напрямку, за півгодини дістанемося руїн форту **«Марушка Ліс»**. Знаходиться він відразу на краю лісу, на пагорбі, що лежить на північ по сусідству із фортом «Поповичі». При виході з лісу після відвідин форту «Дзєвенчиці» потрібно знову перетнути смугу відчуження газопроводу і заглибитись у зарості лісу праворуч від стежки.

Існує ще одна можливість дістатися до фортів. На трасі Львів-Шегині уже в селі Шегині, біля продуктового магазину, слід звернути ліворуч на польову щебеневу дорогу до села Биків. Проїхати його, а на під'їзді до села Плешевичі повернути вправо на польову дорогу. Потрібно рухатись нею до газокompресорної підстанції, потім – праворуч під ліс, до вершини пагорба (зліва знаходитиметься газодобувна вишка). Саме на цьому пагорбі і знаходиться форт «Марушка Ліс».

Форти північної групи – «Лисічка», «Биків» і «Плешевичі» — менш атракційні, збережені значно гірше. До **форта «Плешевичі»** найлегше дістатися польовою дорогою попри ліс – на сусідній пагорб, що північніше форту «Марушка Ліс», відшукавши просіку в гущавині на вершині пагорба. Вхід між валів до стін форту – на північному заході. На пагорбі, що північніше форту «Плешевичі», знаходиться форт «Биків». Пошуки його виглядатимуть аналогічно. Аби дістатися форту «Лисічка» потрібно при виході з форту «Плешевичі» відшукати лісову дорогу, яка спочатку веде на південь, заглиблюючись у ліс, і, роблячи петлю, повертає на північний захід. Рухаючись цією дорогою, за годину можна дійти до великої галявини, обмеженої валом. Руїни «Лисічки» знаходяться на північному заході, на вершині пагорба, зовнішня стіна сильно заросла травами та диким виноградом.

**Форт «Лисічка»** збудований у 1897-1903 рр. Має неправильну форму. Підходи до форта спереду захищав рів у вигляді окопу. У центрі

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | <p>розміщувалися двоповерхові цегляні казарми зі сталобетонними перекриттями. Посередині казарми з'єднувалися з головним двоповерховим сховищем. Фланговий комплекс містив броньову артилерійську батарею, артилерійський каземат і вежу спостереження.</p> <p><b>Форт «Биків»</b> зведений у 1895-1900 рр. Формою нагадує півколо з бастіоном. Мав дві добудовані відкриті флангові артилерійські батареї. Перед фортом і батареями знаходився сухий рів. У центрі – одна будівля (казематний корпус), що поєднував функції бойової одиниці та казарми. На ньому розміщувалися чотири броньові башти гармат. Між ними по осі форту містилася вежа спостереження.</p> <p>Форти «Плешевичі» і «Марушка Ліс» найімовірніше належать до першого етапу будови Седліської групи (1882–1886 рр.). Збудовані практично аналогічними. Мають вигляд трапецій. Рів захищався трьома капонірами. У центрі знаходилися бетонні казарми. У лівому крилі будинків були сходи, що вели на вищі рівні. Біля сходів містилася шахта ліфту для боєприпасів. Аналогічний ліфт був і в правій частині казарм. Головний вхід розташований по осевій лінії форту. До правого крила будинку були прибудовані широкі сходи, що вели до бойових позицій на валі.</p> <p>Будівництво форту «Поповичі» закінчене у 1900 р. За формою – півколо з бастіоном в тилловій частині укріплення. У центрі знаходився двоповерховий казарменно-оборонний будинок. Центральна частина будівлі виконувала функції казарми, а в бічних розташовувалися броньові батареї, кожна з них мала дві башти з гарматами. По осі знаходилася вежа спостереження.</p> <p>Форт <b>«Дзєвєнчиці»</b> перебудований в 1897–1900 рр. на основі більш ранньої оборонної споруди (1882–1886 рр.) і має неправильну форму. У ньому можна виділити чотири основні комплекси: тилловий казематний, середній, контрескарповий капонір і фланговий комплекс (броньова батарея з двома гарматами у вежах, з'єднана з артилерійським казематом). Праворуч знаходилася відкрита артилерійська батарея.</p> |
| Миколаївська фортеця | <p>Миколаївська фортеця представляє собою комплекс інженерних укріплень, споруджених у 1910–1914 рр. Комплекс двошелонного передмостового укріплення мав на меті захистити переправу через р. Дністер, а також дорогу з півдня на Львів. У комплекс тет-де-пон входили підземні та наземні споруди, артилерійські позиції, траншеї.</p> <p>Укріплення розміщені на пагорбах урочища Тарандов на сході, заході та півночі у с. Дроговиж. Укріплення для захисту переправи через р. Дністер знаходяться на південному схилі, що відноситься нині до території Миколаєва. Однією з функцій фортеці було перекривати дорогу до Львова (так зване дефіле між пагорбами), яку обстрілювали з обох боків кулеметами та артилерією із закритих позицій. З флангів надійно прикривалися лінії тен-де-пону. Біля давнього поселення Дроговиж були збудовані польові укріплення на горі Стружна, для чого також використовувались старі вали поселення. Ряд польових укріплень також простягався східніше Миколаєва біля сіл Стільсько та Ілів вздовж річки Колодниця.</p> <p>Групи укріплень фортеці формували собою чотири форти, в яких розміщувались 8 артилерійських батарей, що були оснащені важкими гаубицями Берга 1899 р. У форті № 1, який знаходився в урочищі Тарандов по лівий бік від дороги, що прямує на Львів, знаходились чотири батареї.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <p>Форт № 2 розміщувався в урочищі Углярище, яке знаходиться із правого боку дороги на Львів, мав дві батареї. Із форту № 3 батареї до сьогодні не збереглися, так як з часом їх поглинув піщаний кар'єр. Форт № 4 розташовувався на г. Високий Камінь, однак він не був добудований.</p> <p>Батареї були розміщені в штольнях. Вони були утворені природним способом, а згодом були штучно розширені для подальшого використання. Звершу у штольнях були отвори для стрільби, які можна було прикрити, щоб вони не проглядались із літаків. Окремі дослідники саме ці штольні вважають однією з частин Стільського городища.</p> <p>На г. Стіжок поблизу Миколаєва знаходився ДОТ з центром управління вогнем, з якого віддавали накази. Усі спостережні пункти та форти були з'єднані телефонним зв'язком.</p> <p>Перший та другий форти прикривались із польових укріплень батареями гаубиць 104-мм, а також гармат 76,5-мм та кулеметними гніздами, які розміщувались в урочищі Углярище та на Лисій горі. До наших днів збереглися рештки підземних бетонних казематів, які тоді слугували як склади і лазарети, також кулеметні гнізда, залишки від батарей, підземні залишки бетонного перекриття.</p> <p>На початку вересня 1914 р. Миколаївську фортецю було атаковано силами 48-ї піхотної дивізії під командуванням генерал-майора Лавра Корнілова. Наступ проводився з флангу на висотах правого берегу р. Колодниці через укріплення. Ефективністю відзначились польові гаубиці, за допомогою яких без зусиль прорвали лінію оборонних укріплень на Колодниці. В ніч на 6 вересня 1914 р. піддались атаці основні укріплення, котрі були зайняті російськими військами без значних втрат. Спроба австрійської армії організувати контрудар і повернути Миколаївську фортецю була безуспішною.</p> <p>У 1919 р. на укріпленнях Миколаївської фортеці під час польсько-української війни 1918-1919 рр. підрозділи Галицької армії стримували атаки польського війська.</p> <p>На території фортеці приблизно до кінця 1954 р. розміщувались дві криївки УПА.</p> <p>Форти № 1 та № 2 Миколаївської фортеці на сьогодні збережені у досить доброму стані і мають статус історичної пам'ятки місцевого значення. Загрозою існування пам'ятки є діяльність комерційних структур з розширення піщаного кар'єру, поти чого активно борються місцеві громади Миколаєва та села Дроговиж.</p> |
| Цитадель у Львові | <p>Львівська цитадель – фортифікаційна споруда у центральній частині Львова. При проектуванні фортеці виходили із її функціонального призначення як другорядного укріплення середньої потужності та з врахуванням новітніх підходів до спорудження фортець у середині XIX ст. Цитадель збудована протягом 1852-1854 рр. на пануючих над середмістям невеликих вершинах (гора Шембека (Вроновських), гора Познанська (Пелчинська), гора Каліча), круті схили яких і наявний з південної сторони Пелчинський став ускладнювали природну доступність. Вона балансує на межі наземного архітектурного комплексу та підземного сховища. Тут організовано приміщення для розміщення гарнізону, відповідних споруд під артилерію та військові запаси.</p> <p>Цитадель складається (згідно першочергового плану) з чотирьох круглих веж і V-подібного будинку казарм. Всі круглі вежі (дві з внутрішнім діаметром 36 м з північної сторони і дві з внутрішнім діаметром 18 м з</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <p>південної сторони) були гарматними й зводились за системою, запропонованою австрійським генералом Максиміліаном-Йосифом д'Есте (такі будівлі замінили традиційні бастіони й отримали назву веж Максиміліана). Круглі вежі були позначені римськими цифрами (I – IV). До Цитаделі підходило кілька під'їзних шляхів.</p> <p>Під час Першої світової війни фортеця практично не брала участі у воєнних діях, австрійці здали Львів без бою російському війську. У 1914-1915 рр. у Цитаделі розміщувався російський гарнізон.</p> <p>У ході польсько-української війни 1918-1919 рр. у перших числах листопада 1918 р. Цитадель зайняв український гарнізон. Для захоплення Цитаделі поляки організували спеціальну бойову групу «Цитадель». Основний наступ поляків був спрямований на південну вежу. Після кількатижневих боїв, у ніч з 20 на 21 листопада ця вежа була взята. З тих пір вона залишилась напівзруйнованою.</p> <p>У Цитаделі у 1919-1939 рр. був розташований полк польської піхоти.</p> <p>Під час Другої світової війни у 1941-1944 рр. на території Цитаделі німці створили табір для радянських військовополонених «Шталаг 328» (Stalag-328 «Tsutadell»). За час існування концтабору в ньому перебувало біля 284 тис. військовополонених, з яких від хвороб, голоду та розстрілів загинуло понад 140 тис. осіб. Особливим екзекуціям полонені піддавались у вежі II.</p> <p>Одночасно з цим на території Цитаделі базувались й солдати і були військові казарми. Після децентралізації табору на більшості території залишилися лише військові казарми.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Брюховецький форт | <p>Брюховецький форт (інша назва — З'явленська гора) — фортифікаційна споруда на околиці Львова, один з 11 фортів, що мав забезпечувати кругову оборону міста. Форт розташований у смт Брюховичах, що на північний захід від Львова, на крутому пагорбі з назвою З'явленська гора (пагорб у межах Розточчя), неподалік від брюховецького цвинтаря і лісництва.</p> <p>Форт займає вигідне становище на високому пагорбі (колись незалісненому), який з трьох боків (з півночі, заходу й півдня) має стрімкі схили і з якого було добре видно довколишні долини на багато кілометрів. Форт складається з кількох критих галерей з бійницями, споруджених з цегли (стіни) і бетону (перекриття, бруствери), а також мережі окопів. На самій вершині пагорба, вище галерей, в заглибленні, розташовані два схрони. Зі сходу пагорб з'єднаний вузькою перемичкою з іншими пагорбами Брюховецького лісу. До форту прокладена ґрунтова дорога (зберіглась донині), яка в багатьох місцях захищена валом.</p> <p>Початок будівництва відносять до 1887 р. Уже тоді влада Австро-Угорщини розуміла, що агресивна політика Росії може, зрештою, призвести до великої війни. Тому було прийнято рішення укріпити деякі міста Галичини, зокрема Львів та Перемишль (див. Перемиська фортеця). Будівництво форту завершено після 1912 р.</p> <p>Уже під час будівництва форт втратив своє оборонне значення, адже на початку XX ст. в арміях європейських держав почали використовувати тактику стрільби із закритих позицій. Тому під час воєнний дій форт можна було легко обстрілювати з гармат.</p> <p>З початком Першої світової війни, австрійське командування не намагалося утримувати брюховецьку позицію, як, зрештою, і весь Львів. Проте згодом, 1915 р, під час контрнаступу австрійських військ (відомого як наступ генерала Маккензена), російське командування обладнало форт своїми гарматами. Найімовірніше, це були тридюймові (76,2 мм)</p> |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | швидкострільні гармати зразка 1902 р. (дальність стрільби — 8 500 м). Австрійські війська виявили і вибили росіян із зайнятих позицій за допомогою 305-мм мортир, так званих «мерзерів». Після цього форт ніхто більше не використовував. Нині він перебуває у напівзруйнованому стані.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Військові частини        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Військова частина Е-6398 | <p>Знаходилась у селищі Липівка Миколаївського району (нині – Львівський район), яке було засекреченим закритим військовим містечком.</p> <p>4 жовтня 2004 р. згідно Указу Президента України створено Службу зовнішньої розвідки України, до якої увійшла військова частина Е6398. Відповідно наказу Голови Служби зовнішньої розвідки № 04 від 07.12.2004 р. військову частину Е6398, яка дислокувалась у с. Липівка Миколаївського району Львівської області реформовано та створено військову частину К1412 з місцем дислокації м. Львів. Рішенням Миколаївської міської ради Львівської області № 298 „Про прийняття в комунальну власність територіальної громади військового майна с. Липівка" на підставі актів прийому-передачі житлового фонду с. Липівка від 26.09.2003 р. житлові будинки, що знаходились на балансі військової частини Е6398, були передані у комунальну власність територіальної громади м. Миколаєва.</p> <p>На великій території напівзакинutoї військової частини знаходиться КПП, близько 5 ангарів, казарми, адміністративний корпус, банно-пральний корпус, басейн, спортивний зал, футбольне поле, очисні споруди, псарня, смуга перешкод та інше.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Військова частина А-3870 | <p>Колишній 731-й артилерійський склад озброєння і боєприпасів (військове містечко № 160), де зберігалися понад 20 видів мін, снарядів і ракет. Частина розформована в 2008 р., знаходилась у селищі міського типу Брюховичі біля Львова.</p> <p>Склади мають багату історію. Перші складські будівлі спорудили австрійці ще перед Першою світовою війною. Упродовж 1918-1939 рр. тут знаходились склади боєприпасів польського війська. З 1939 р. склади переходять в управління радянських військ. У 1941 р. німецька армія використовувала їх як депо для своїх боєприпасів, які залишалися там після їх відходу.</p> <p>Після 1945 р. радянські військові остаточно розміщуються на даній території, відновлюють її та зводять нові споруди. У 2004 р. зі складу у Брюховичах вивезено найбільш небезпечні боєприпаси. Однак на початку 2005 р., складування боєприпасів перевищувало норму і досягло 135%. Станом на кінець грудня 2008 р. на території зберігалося 140 953 тонн боєприпасів. У 2009 р. частина офіційно припиняє своє існування.</p> <p>Таким чином, ця військова територія мала багаторічну історію, в якій вона перебувала під військовим управлінням різних держав і використовувалася для різних цілей, включаючи складування боєприпасів. З часом вона була частково роззброєна, але надлишки зброї залишалися проблематичними до самого закриття.</p> <p>Зараз частина земель не без скандалів використана для житлової забудови.</p> |
| Військова частина А-2627 | <p>Місцем дислокації мала м. Винники.</p> <p>Інфраструктура військової частини включає три основні компоненти:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наземні будівлі та споруди військової частини (КПП, штаб, рота, плац, автопарк, склади, караульне приміщення, клуб, стадіон, господарські будівлі й інше);</li> <li>2. Два підземних вузла зв'язку;</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | <p>3. ДОСи і гаражі військовослужбовців. ДОС – це будинок, в якому проживали родини військовослужбовців, розшифровується як Дом Офицерского Состава. Таких будинків 5, кожний з яких мав назву 1-й ДОС, 2-й ДОС тощо.</p> <p>Підземні вузли зв'язку служили як проміжна ланка на шляху Москва-Берлін і підпорядковувалися КДБ СРСР. До середини 1970-х років цей об'єкт був секретним .</p> <p>Після об'єднання Німеччини і виводу з'їзди радянських військ (1990-1994 рр.) втрачено пряме призначення таких вузлів зв'язку, яких на проміжку Москва-Берлін було декілька. Із здобуттям Україною незалежності військовослужбовці приймають рішення прийняти присягу на вірність Українському народу. Попередні функції частини для Збройних сил України стають неактуальними, що приречує об'єкт до закриття. У 1994 р. була вилучена вогнепальна зброя, в період 1994-1999 рр. вивозилось\продавалось різне обладнання\механізми. У 2000 р. об'єкт був переданий під охорону Військовій службі правопорядку.</p> <p>У 2004 р. частина наземних будівель та споруд була продана релігійній громаді. Деякі з них перебудовані під житлові приміщення, інші продовжують використовуватися за призначенням. Підземні вузли зв'язку зачищені "металістами". Частина ДОСів населена колишніми військовослужбовцями.</p> <p>Об'єкт мав необхідний потенціал для реорганізації в центр опрацювання даних з уже готовими системами для резервного живлення, штучного клімату та іншими допоміжними системами. Проте цей потенціал не був реалізований через активність "металістів".</p> <p>Доки об'єкт був режимним серед місцевих жителів ходила легенда, що пожежні резервуари – це пускові шахти ракет, яких тут, звісно, ніколи не було. Поширеною помилкою є те, що цей вузол зв'язку буцімто є частиною 7-го полку спецзв'язку, хоча насправді це був окремий підрозділ.</p> <p>Наземні будови і споруди військової частини продані релігійній громаді. Новими власниками частина будинків (штаб, клуб, рота, медпункт) перебудована під житлові приміщення інша використовується за призначенням (автопарк, склади). Підземні вузли зв'язку повністю зачищені "металістами".</p> |
| Військова частина 48269                       | <p>Знаходилася у с. Воля-Висоцька Жовківського району (нині – Львівського). До сьогодні у відносно доброму стані на території колишнього військового містечка збереглися: казарми, їдальня, складські приміщення, котельня, КПП. Особовий склад налічував близько трьох тисяч військовослужбовців. 2007 р. військову частину було розформовано. Поруч з частиною знаходиться занедбаний 64-ий вузол зв'язку «Волна».</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Військова частина 25694 у м. Кам'янці-Бузькій | <p>Тут дислокувався 26-й артилерійська дивізія, а саме відомий в минулому як 899-й важкий гаубичний артилерійський полк, нагороджений орденом Богдана Хмельницького 3-го ступеня, і 900-й гаубичний артилерійський полк. Ці військові частини розміщувалися у будівлі, структура якої була розподілена за функціональними зонами .</p> <p>Якщо стояти перед будівлею, орієнтуючись на плац, то в лівому крилі розташовувався 899-й важкий гаубичний артилерійський полк.</p> <p>Тут знаходились 48 162-мм гаубиць «Мста-Б», 2 рухомих розвідувальних пункти ПРП-3, 1 командно-штабна машина Р-145БМ, 2 колісних бронетранспортери БТР-60 .</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | <p>Перший поверх був призначений для вогневих взводів 1-ї батареї. Другий поверх займали Бойове управління артилерії резерву та господарський взвод.</p> <p>Таким чином, військова будівля була організована з урахуванням специфіки і функцій різних військових підрозділів.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Військова частина 32351 у м. Хирові | <p>На території, де у 1883-1890 рр. знаходилася Єзуїтська колегія, у післявоєнний час була військова ракетна база, а потім розміщувалася десантно-штурмова бригада. У самому Хирові були казарми, а в прилеглих лісах – ракетні установки. До 2003 р. це було місце дислокації 39-ї окремої десантно-штурмової бригади. Згодом її перейменували у 80-ту окрему десантно-штурмову бригаду.</p> <p>На сьогоднішній день ця територія позбавлена військової присутності, у 2018 р. тут сталася велика пожежа. Зараз це покинуте місце, яке служить свідченням мінливості історичних епох і військової діяльності.</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Галицький військомат                | <p>Великі площі приміщень районних військових комісаріатів Львова повільно доводили до стану руїни, а потім продавали. Непроданим залишилося лише одне приміщення військомату на вул. Каліча Гора, 5, де розміщувався військомат Галицького району Львова. Наразі стан його більш ніж незадовільний. Давно відомо, що ця історична будівля, яку почали будувати ще у середині XIX ст., стала прихистком наркоманів та безпритульних.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Личаківський військомат             | <p>Приміщення військового комісаріату Личаківського району Львова було продано відповідно до рішення сесії міської ради приблизно у 2010 р.</p> <p>Цей будинок на Личаківській вулиці, 37 має багатий історичний контекст: з 1835 р. в ньому розташовувався Галицький притулок для сліпих дітей. Згодом притулок переїхав на теперішню вулицю Івана Франка, де зараз знаходиться спеціалізована школа № 100. Пізніше у будівлі розміщувалась VI міська гімназія імені Станіслава Сташица. За радянських часів приміщення передали військовому комісаріату, спочатку Червоноармійського району, а потім – Личаківського. Вхід до військового комісаріату зі сторони вулиці Личаківської у 1970-х рр. замурували.</p> <p>Таким чином, ця споруда є своєрідним пам'ятником змінливої історії регіону – від служіння соціально незахищеним групам до військової установи.</p> |
| Військова частина А-1544            | <p>Те, що колись було військовою частиною на вул. Любінській у Львові, тепер перетворилося на зону відпочинку, де люди можуть прогулятися або влаштувати пікнік. Але старі ангари та казарми залишаються пам'ятниками минулого, нагадуючи про військову історію території.</p> <p>Пустир став досить зарослим, переважно березами. Є також руїни від додаткових ангарів, які, згідно з аерофотознімками та дослідженнями з <a href="http://lviv.explorer.ua">lviv.explorer.ua</a>, існують з середини 1990-х рр. На окраїні території знаходилися дві будівлі: одна, схоже, адміністративна, а інша, ймовірно, казарма. У задньому дворі ймовірної адміністративної будівлі знаходяться завали, можливо, від зруйнованих конструкцій. Також тут був розташований бункер.</p>                                                                                              |
| Військова частина 16450             | <p>7-й механізований полк входив до складу 24-ї мотострілецької Залізної дивізії, створеної на основі 24-ї стрілецької дивізії у м. Яворів. Частина дислокувалась поблизу с. Рясне-Руське біля Львова. Тут розміщувались окремі склади, та господарські будівлі. У 2003 р. 7-й механізований полк був розформований.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Військова частина 55737             | <p>Розміщувалась на вул. Мечникова у Львові (межувала з Личаківським цвинтарем), була окремим батальйоном зв'язку. На території</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | <p>розформованої частини ще можна побачити старі гаражні бокси, естакаду і сховище палива. Усе це знаходиться в аварійному стані та покрите чагарниками. На руїнах стін можна знайти клеймовану польську або австрійську цеглу, що свідчить про довгу історію даного місця.</p> <p>Після великої пожежі в 2016 р. територія почала активно забудовуватися житловими комплексами. Єдиний збережений елемент, що нагадує про військове минуле цієї ділянки – це Західне регіональне управління Державної прикордонної служби України, яке розташоване на цій території.</p> <p>Таким чином, місце, яке колись було елементом військової інфраструктури, нині піддається цивільній забудові.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Навчальний пункт військової частини 2144 | <p>Колишній навчальний пункт знаходився у закритому військовому містечку с. Шегині Мостиського (нині – Яворівського) району. На території знаходились: стадіон, плац, навчальний полігон, казарми, котельня, склад з'язку, магазин. Сама військова частина досі існує і відноситься до прикордонного Карпатського загону Державної прикордонної служби України.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>ДОТи</b>                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Струмилівський укріплений район          | <p>Розташований на Волинському сегменті Західного оперативно-стратегічного напрямку, мав завдання у взаємодії з Володимир-Волинським на півночі та Рава-Руським укріпленими районами на півдні не допустити прориву піхоти і танків противника у напрямку Кристинопіль (нині – Шептицький) – Кременець – Ізяслав, а також забезпечити оперативне розгортання військ 5-ї та 6-ї армій Київського особливого військового округу. Південна частина Струмилівського укріпленого району будувалася на місцевості, по якій проходить Головний європейський вододіл. Так, ріка Західний Буг з чисельними притоками впадає у Балтійське море, а річки розташовані південніше відносяться до басейну Чорного моря. Вузли оборони укріпленого району будувались поруч з містами Сокаль, Кристинопіль, Великі Мости, Белз, Кам'янка-Струмилівська (-Струмилова) (нині – Кам'янка-Бузька). Організаційно-штатно Струмилівський укріплений район входив до складу 5-ї та 6-ї армій Київського особливого військового округу. По фронту укріплений район займав смугу оборони до 70 км та у глибину – 1,5–2,5 км. Його спорудження проводилось 1940–1941 рр. у загальній системі зведення укріплених районів «лінії Молотова» на західному кордоні СРСР. Будівельні роботи велися саперними частинами 5-ї та 6-ї армій, Управлінням фортифікаційних робіт округу, а також військовополоненими поляками. Спорудження укріпленого району велось швидкими темпами, а тому будівництво довготривалих вогневих споруд випереджало надходження від оборонної промисловості озброєння та обладнання. Через це приведення до боєздатного стану більшості побудованих довготривалих вогневих споруд не було завершено. На деяких спорудах для виконання робіт з бетонування амбразурних вузлів були залишені великі амбразурні і технологічні отвори, більшість споруд не мала земляного обвалування, бракувало озброєння і обладнання.</p> <p>У Шептицькому районі налічується приблизно 30 довготривалих вогневих споруд. Найбільші скупчення їх коло села Бендюги, Сілець та смт Гірник. Є декілька під Сокалем.</p> <p>Будівництво довготривалої вогневої споруди тривало всього кілька днів, пов'язано це з чисто технічними умовами, маса бетону мала бути однорідною, щоби уникнути його розшарування. Вогневі гнізда</p> |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | <p>довготривалих вогневих споруд напрямлені не в сторону можливого фронту, а навпаки, тобто передбачалось, що у разі прориву оборони боротьба буде вестися в тилу ворога.</p> <p>Довготривалі вогневі споруди одно- або двоповерхові, триповерхових не було. Якщо щось і було на нижньому поверсі, то це або запас води, або вигрібна яма. Озброєння таких споруд складало 2 кулемета 7.62 мм і одна гармата 45 мм.</p> <p>Необхідно зазначити, що у вітчизняній історичній науці, за винятком праць М.В. Ковалю, питаннями вивчення Струмилівського укріпленого району та його ролі в ході оборонних боїв 1941 р. поки не приділено належної уваги. Бойові дії у 1941 р., пов'язані зі Струмилівським укріпленим районом, епізодично згадані у працях Р. Ірінархова («Київський особливий»), В. Бешанова («Танковий погром 1941 року») й О. Ісаєва («Від Дубно до Ростова»), У той же час нами особисто оглянута і досліджена 61 довготривала вогнева споруда означеного укріпленого району, що дало змогу провести не тільки його детальний аналіз, але й дати фахову оцінку довготривалим вогневим спорудам, які входили до його складу.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Рава-Руський укріплений район | <p>Розташовувався на Львівському напрямку Західного оперативно-стратегічного напрямку та мав завдання у взаємодії на півночі зі Струмиловським та з Перемильським укріпленим районом на півдні не допустити прориву піхоти та танків противника у напрямку: Люблін-Рава-Руська-Жовква (Нестерів)-Львів та забезпечити стратегічне розгортання військ 6-ї армії Київського особливого військового округу .</p> <p>Будували його безпосередньо поблизу західного кордону СРСР упродовж 1940–1941 рр. саперними частинами 6-ї армії, Управлінням фортифікаційних робіт округу, а також військовополоненими поляками. Стрілецькі батальйони 41-ї стрілецької дивізії вели інженерне обладнання районів оборони своїх стрілецьких полків, до складу яких вони організаційно входили.</p> <p>Довготривалі вогневі споруди, які будувалися в укріпленому районі, були типовими довготривалими вогневими спорудами “лінії Молотова”: напівкапоніри зі спеціальними казематними кулеметними і гарматними установками шарової та шарово-маскової конструкції. Майже усі довготривалі вогневі споруди, на відміну від таких споруд “лінії Сталіна” мали удосконалені засоби протихімічного захисту, вентиляції, опалення, водопостачання, каналізації та електропостачання. Особлива увага надавалася маскуванню вогневих споруд.</p> <p>Для озброєння та оснащення довготривалих вогневих споруд Рава-Руського укріпленого району використовувалося озброєння і обладнання радянського виробництва та демонтоване з польських довготривалих фортифікаційних споруд ділянки “Сарни”. Особливою “популярністю” у радянських інженерів користувалися польські спостережні та кулеметні броньовані дзвони.</p> <p>Рава-Руський укріплений район складався з п'яти окремих вузлів оборони, які займали ділянку по фронту до 90 км та у глибину до 2,5–3 км. На території сучасної України знаходяться два вузли оборони правого флангу укріпленого району, інші три – на території сучасної Польщі. Вузол оборони № 1 розміщений в районі населених пунктів Салаші, Гійче, Дениси і включав три опорні пункти («Бродюки», «Гійче», «Дениси»). Вузол оборони № 2 розташований в районі населених пунктів Забір'я,</p> |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | <p>Річки, Синьковичі та складався з трьох опорних пунктів, однойменних з назвами зазначених сіл.</p> <p>Вузли оборони були вдало спроектовані та частково побудовані на найбільш важливих напрямках місцевості та повністю використовували їх природні особливості. Між вузлами оборони, опорними пунктами у них та між довготривалими вогневими спорудами існувала тісна вогнева взаємодія, організована із частинами польового забезпечення укріпленого району. Усього в Рава-Руському укріпленому районі на кінець будівництва планувалось мати біля 248 довготривалих вогневих споруд, але на 7 червня 1941 р. в бойовій готовності з них перебувала лише 91 одиниця.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ракетні полки               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 151 ракетний полк           | <p>Ракетний полк мав дві частини, відомі як Стрий 1 та Стрий 2. Перша спеціалізувалась на ракетних шахтах, тоді як друга мала наземні установки. У 1959 р. 151-й ракетний полк був переведений на Львівщину та перейменований у 335-й інженерний полк. Однак через день полк знову отримав свою первісну назву – 151-й ракетний.</p> <p>8 грудня 1987 р. було підписано Договір та Меморандум про скорочення ракет середньої дальності. Через місяць після підписання Договору у січні 1988 р. дивізія розпочала роботу з виконання договірних зобов'язань щодо ліквідації ракетних комплексів, які перебувають на озброєнні дивізії. З цією метою у штабі дивізії та полицях створюються пункти управління ліквідації.</p> <p>Ракетні полки, згідно з Договором, отримують найменування ракетних операційних баз (РОБ). Таким чином 151 ракетний полк отримує назву РОБ «Стрий».</p> <p>1 січня 1988 р. 151-й ракетний полк переводиться на бездивізійну структуру, 24 березня 1988 р. його було знято з бойового чергування і 31 липня 1988 р. розформовано.</p> <p>Згідно з інформацією від прес-служби Стрийської районної адміністрації шахти для пускових установок розташовані в лісовій зоні на території Голобутівської сільради. Тут знаходилися адміністративні будівлі та шахтні пускові установки, які були у плачевному стані. Всього було 4 шахтні пускові установки. Пізніше вони були рекультивовані, їх засипали. Об'єкт належав державному фонду майна Львівської області, але не використовувався і не був під охороною. У 2014 р. експертна комісія Стрийської райдержадміністрації здійснила огляд місця та констатувала незадовільний стан шахт і пускових установок, наявність відкритих технічних отворів, що становить загрозу. Тому було вирішено провести рекультиваційні роботи для усунення цих проблем.</p> |
| 270-й зенітно-ракетний полк | <p>Перший ЗРДН С-75 270-го зенітно-ракетного полку військової частини 12242 знаходився у лісі поблизу с. Луки Самбірського району. Було 6 ракетних установок, захищених валами, у центрі розміщувались пускові мобільні кабіни та бункер керування. Також були військові гуртожитки, КПП, казарми, насосна станція, захисні вали та система генераторів.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 103 ракетний полк           | <p>30 років поруч з Червоноградом, знаходилася військова частина озброєна термоядерними ракетними комплексами. З 1959 року поблизу нашого міста розташувались три ракетні дивізіони 103-го ракетного полку, (ракетні війська стратегічного призначення)С РСР. На протязі усього часу перебування 103-го ракетного полку РВСП біля Червонограду бойових та навчальних запусків ракет не відбувалось. 103-го ракетний полк РВСП знятий з бойового чергування у 1991 році, а наступного року повністю розформований.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 351-й ракетний полк, м. Броди | <p>Колишній ракетний комплекс біля Бродів є пам'яткою епохи Холодної війни, коли таємниця та секретність в СРСР були на першому плані. Радянські інженери намагалися маскувати такі об'єкти під піонерські табори, створюючи невеликий, але ефективний шар прихованості. Сама база була розділена на дві частини. Перша, «житлова», включала в себе житлові будинки, гаражі та господарські приміщення. Ці місця після закриття бази часто ставали притулком для колишніх в'язнів, яким не було куди йти.</p> <p>У другій частині, що знаходилася трохи нижче на схилі, були розміщені ДОТи, шахти та підземні комунікації. Саме тут зберігалася справжня «сила удару» – ракети з ядерними боеголовками. Всього було чотири такі ракети з радіусом дії до 5 000 км. Вага кожного ядерного заряду сягала понад 5 тонн, що робило потенціал цієї військової частини дуже великим.</p> <p>Сила цієї бази була не лише в її військовому потенціалі, але і в психологічному впливі, який вона могла мати. Ця військова потужність дорівнювала силі цілого військового фронту, роблячи її однією з найважливіших стратегічних точок у радянському військовому плануванні.</p> <p>За відомостями блогерів, під Бродами базувалися балістичні ракети типу SS-4 "Sandal" (або Р-12, або шахтної модифікації Р-12У), які заправлялися гасом і азотною кислотою як окислювачем, довжина – 17,7 м, діаметр – 1,65 м, стартовий комплекс складався із 4 шахт. Згодом ракети замінили на SS-5 "Scean" (або Р-14 чи Р-14У), які заправляли несиметричним деметилгідразином і тією ж азотною кислотою, довжина ракети була більшою – 24,3 м, діаметр – 2,4 м, стартовий комплекс мав 3 шахти. Насамкінець тут з'явилися SS-20.</p> <p>Після переходу Збройних сил СРСР на SS-20 («Піонер») у 1980-х рр. вся частина стала розміщуватися на місці 3-го дивізіону, поряд із шахтами від Р-12.</p> <p>Із спогадів військових:</p> <p>«У період з 1987 до 1990 проходив службу в Бродах. Полк знаходився за 4 км від міста, були 4 шахти і приміщення від старого командного пункту. Усі споруди для піонерського табору стояли навколо цих шахт».</p> <p>«Офіцери розповідали, що року до 1965-го на старти викочувалися ящики з дерном, дороги і під'зди до стартів завішувалися маскувальними сітками. Я прийшов у дивізіон у 1970-му, а обривки ще догнівали на деревах. З поліпшенням якості знімків із космосу все це закінчено. Що приховувати, коли половина старшин-понадстроковиків була з навколишніх сіл.»</p> <p>«Дерну не бачив, а маскувальну сітку на майданчику і навчальних ракетах, що стояли під відкритим небом у 1966-му році, встиг потягати. До весни 1967-го сітка успішно чи то сама собою, чи з нашою допомогою згнила. Залишками її вкривали вироби, а потім і цю справу закинули...».</p> <p>З часом шахти і підземні будівлі були демонтовані і підірвані. На їх місці залишилися глибокі вирви і груді каміння та бетону.</p> <p>Колишній ракетний комплекс під Бродами являє сумне свідчення хаотичності дій високопосадових військовиків при розформуванні таких частин. Адже залишені на століття зариті в землю величезні брили бетону із містичними забутими коридорами і засміченими сходами тепер навіть пам'яткою історії назвати важко. Усе варте уваги підприємливі ділки давно розібрали, розламали і розтягнули. Залишилися, по суті, болячки на тілі природи. А в Естонії, до речі, колишні ракетні комплекси перетворили на</p> |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | пам'ятки історії. Відповідним чином доглянуті вони привертають увагу туристів.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Ракетні шахти,<br>м. Моршин          | <p>4 ШПУ Р-12 "Двина". Шахтна пускова установка (ШПУ) — нерухома ракетна пускова установка в шахтній споруді, що розташована глибоко в ґрунті та призначена для розміщення ракети із дотриманням вимог температурно-вологового режиму та підтримання її протягом тривалого часу в готовності до пуску . Чотири однакові шахти закриті бетонними кришками, утворюють квадрат, із відстанню 100 м між ними. Всередині утвореного квадрату є бункер із коридорами та кімнатами. Частково підтоплений. Навколо шахт йде коридор із кімнатами, який заглиблюється під землю, спуск затоплено.</p> <p>Якщо вирушити з Моршина у напрямку до м. Долина, то після проїзду через село Лисовичі зустрінемо позначення, яке вказує на межу між Львівською та Івано-Франківською областями. Розташоване тут Стрілецьке кладовище має декілька характерних особливостей: тут є обгороджений ланцюгами великий дубовий стовбур, а також невеличкий стіл з лавами для відпочинку.</p> <p>Не далеко від кладовища, якщо піти вглиб лісу на заході, можна помітити ґрунтовий шлях, який блокує шлагбаум. Пройшовши по цьому шляху близько півтора кілометрів, можна дійти до просторої поляни, на якій розташовані чотири великі високі пагорби. Це насправді куполи ракетних шахт. Між цими пагорбами розташований підземний командний центр.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Летовища                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Стрийський<br>військовий<br>аеродром | <p>також відоме як Аеропорт Львів-2, розташоване на південний захід від м. Стрий у Львівській області, приблизно на відстані 4 кілометрів від центру міста. Унікальність аеродрому полягає у тому, що він може приймати літаки всіх існуючих типів .</p> <p>У 1951 р. на летовищі було створено управління 204-ї важкої бомбардувальної дивізії, з цього року тут дислокувався 175-й важкий бомбардувальний авіаційний полк. У тому ж році 260-й важкий бомбардувальний авіаційний полк був перебазований сюди з Румунії. Обидва полки були оснащені важкими бомбардувальниками Ту-4.</p> <p>З початком створення в СРСР Ракетних військ стратегічного призначення на базі об'єднань Авіації далекої дії у 1959 р. 175-й важкий бомбардувальний авіаційний полк (ВБАП) був перейменований в 175-й транспортний авіаційний полк і переведений на Мелітопольський аеродром.</p> <p>Наступного року, 1960-го, 260-й ВБАП був переданий в 15-ту гвардійську Гомельську важку бомбардувальну авіаційну дивізію. Полк почав комплектуватися бомбардувальниками Ту-16 і експлуатував ці літаки до 1980 р. У 1961 р. управління 204-ї дивізії було розформоване.</p> <p>У 1972 р. 260-й ВБАП отримав новий тип літаків – надзвукові стратегічні реактивні бомбардувальники Ту-16К. У 1989 р. полк почав переозброєння на ще сучасніші надзвукові ракетноносії Ту-22МЗ. Станом на 1991 р. у складі полку було 18 Ту-22МЗ і 23 Ту-16К</p> <p>Після того як Україна здобула незалежність, 260-й ВБАП у 1992 р. був включений до Військово-Повітряних Сил України (ВПС України).</p> <p>Командир полку полковник А.Я. Фомін на початку 1992 р. під виглядом навчань перегнав до Бобруйська (Білорусь) ескадрилью бомбардувальників Ту-22МЗ. У результаті шість літаків 260-го ВБАП були втрачені для України. А згодом, уже у складі 200-го ВБАП ці літаки були виведені з Білорусі до Російської Федерації.</p> |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | <p>У рамках реорганізації та скорочення ВПС України у 1993 р. почалося розформування полку. Бомбардувальники Ту-22МЗ були перегнані до аеродрому Прилуки, де стали на озброєння 184-го ВБПА. Бомбардувальники Ту-16К були знято з озброєння і передано до утилізації на авіаремонтні підприємства.</p> <p>У кінцевому підсумку у 1998 р. 260-й ВБАП було розформовано.</p> <p>У 1990-х на летовищі приземлявся Ан-225 «Мрія», який доставив із США зібрану українською діаспорою гуманітарну допомогу.</p> <p>В 1999 р. Стрийське летовище пройшло процедуру сертифікації і, разом із зоною приземлення суден, було включене до реєстру летовищ України. Це дозволило аеродрому приймати різні типи літаків, включаючи ІЛ-62, ІЛ-76, АН-124, Ан-225, В-747, В-767, ДС-10, а також літаки меншого класу.</p> <p>На початку 2000-х рр. велись розмови про можливість перетворення Стрийського летовища на вантажно-пасажирський аеропорт. У 2003 р. до летовища проявили інтерес італійська та китайська компанії, але до фактичної купівлі справа не дійшла.</p> <p>Наприкінці 2005 р. було оголошено інвестиційний конкурс на створення аеропорту на базі Стрийського летовища. У разі невдачі розглядалась можливість перетворення летовища на промисловий парк. Проте ніхто не зацікавився цим проектом.</p> <p>2009 р. почались роботи по демонтажу приміщень, складів, гаражів та іншого майна на території летовища. У 2016 р. з'явилися плани щодо ліквідації летовища та побудови на його території індустріального парку та житла для військовослужбовців.</p> <p>Станом на 2018 р. було повністю демонтовано та зруйновано мережу рульовальних доріжок, захищені місця стоянок літаків, криті арокні залізобетонні укриття, а також інфраструктуру летовища в цілому — включаючи бойове, інженерно-технічне, матеріально-технічне забезпечення. На деяких ділянках території, в результаті проведення демонтажних робіт, утворилися траншеї та ями, які стали потенційною небезпекою для недбайливих мандрівників. Практично єдина збережена частина інфраструктури – це злітно-посадкова смуга.</p> <p>Історія реорганізації Стрийського летовища свідчить про численні неуспішні спроби його переформатування і розвитку. Зараз летовище перебуває в стані значного занепаду і потребує суттєвих інвестицій для подальшого використання.</p> |
| Авіабаза поблизу с. Любша      | <p>Знаходиться північніше с. Любша Стрийського (раніше – Жидачівського) району і 32 км на північ від м. Калуш. База була створена як передова авіаційна база, призначена для використання у воєнний час. Інфраструктура бази включає в себе одну невелику паралельну руліжну доріжку, яка, на жаль, перебуває у поганому стані. Крім того, на базі є невеликий рамп.</p> <p>Довжина злітно-посадкової смуги складала 2200 м, а ширина – 26 м. Зі смуги були зняті плити, вона заросла травою. Тобто, стан бази на сьогоднішній день не дозволяє її використовувати для авіаційної діяльності без попереднього ремонту і модернізації.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Військовий аеродром у Черлянах | <p>Історія авіабази біля с. Черляни Львівського (раніше – Городоцького) району є цікавим прикладом розвитку військової авіації в СРСР і у подальшому в Україні. Починаючи з 1953 р., коли 5 км південніше від м. Городок було розміщено військовий гарнізон і побудовано злітно-посадкову смугу, база пройшла кілька етапів розвитку і реформувань. Вона</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

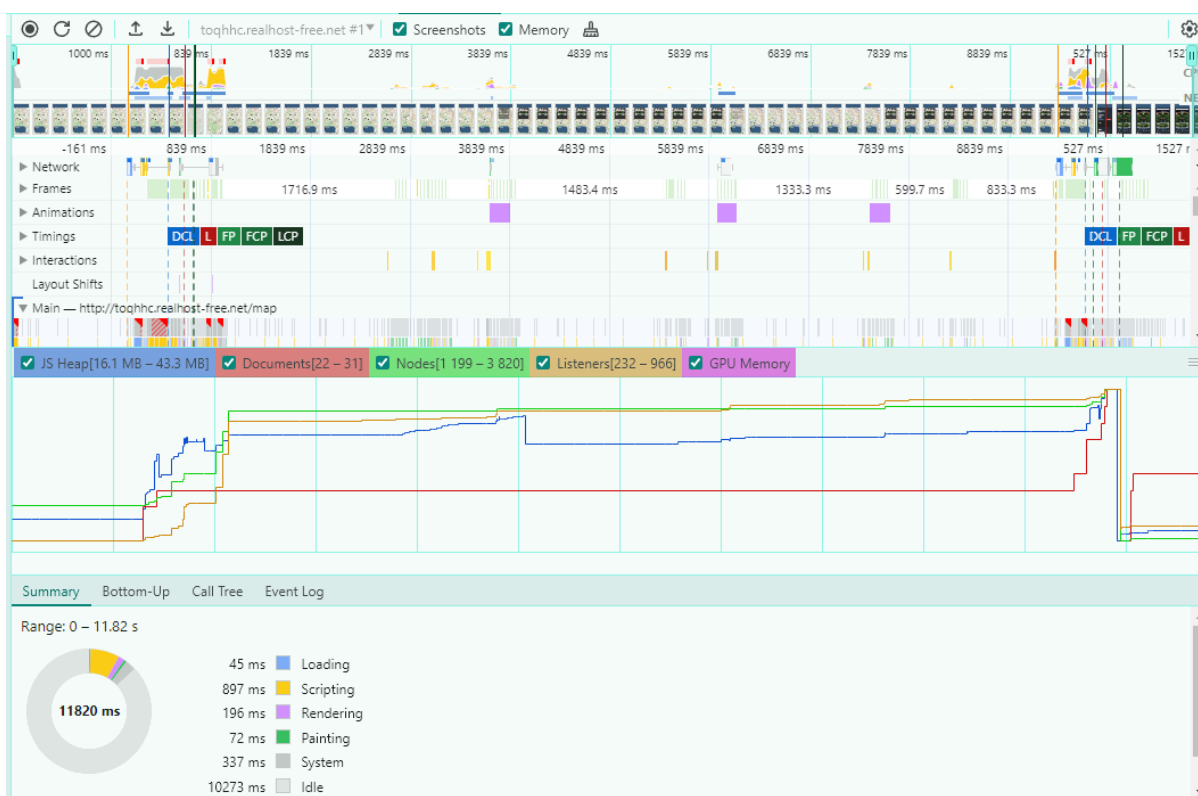
|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | <p>також служила резервним летовищем для Львівського аеропорту, що підкреслює її стратегічну важливість.</p> <p>На момент здобуття Україною незалежності на авіабазі базувався 230-й бомбардувальний авіаційний полк із 30 літаками Су-24М. Полк був розформований після відмови більшості його особового складу в 1992 р. прийняти присягу на вірність Україні. З 1993 р. полк був замінений 69-м бомбардувальним авіаційним полком, який був розформований у 2000 р.</p> <p>Після розформування бази її майно було передано Городоцькій районній раді, але, на жаль, частина його була розкрадена. Це була третя за потужністю військова авіабаза в колишньому СРСР, розташована недалеко від Львова, що робила її важливим стратегічним об'єктом.</p> <p>Тут літали і сідали СУ-24 з ядерними боєголовками, демонстрували і випробовували військові літаки, сюди привозили гостей зі світу, показуючи досягнення радянської авіації.</p> <p>На території авіабази також розташоване військове містечко з повноцінною інфраструктурою, де раніше проживали військові.</p> <p>Зараз на місці колишньої авіабази розташовується приватне летовище Ягелон, що є прикладом перепрофілювання військових об'єктів для цивільних потреб.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Криївки</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Криївка УПА, с. Брюховичі | <p>Реконструйована криївка, яку енкаведисти знищили у 1946 році. Тоді у кількоденному бою загинули троє бійців УПА. Вони взяли весь вогонь на себе, щоб поборотися змогли втекти з облави. Оновлену схованку робили за згадками місцевих довгожителів, а роботи тривали майже півроку. Тепер поблизу Львова є ще одна криївка, яка в точності відтворює умови життя бійців УПА.</p> <p>Криївку на Круковій горі облаштували таємно, тому досі ніхто не знає, коли вона почала діяти. Вона мала стратегічне значення, бо з гори відкривався чудовий вид на село.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Криївка УПА, с. Басівка   | <p>Музей-укриття УПА розміщений у с. Басівка, яке належить до Львівського (раніше Пустомитівського) району. Знаходиться у 38-му кварталі Лапаївського лісництва. Церемонія офіційного відкриття цього музейного комплексу відбулася 7 вересня 2014 р. і зібрала ветеранів УПА, представників владних структур і церкви, фахівців лісової промисловості.</p> <p>Це місце з історичною минулим має особливе значення через бій, який відбувся 16 серпня 1955 р. між бойовиками УПА та військовими підрозділами НКВД. У зіткненні взяли участь лише три члени УПА: командир Михайло Гнатів, відомий під псевдонімом "Скорий", Степан Янкевич ("Крук") і Володимир Кулик ("Андрійка"). Через перевагу в чисельності, НКВД вдалося оточити повстанців. Події закінчилися трагічно для повстанців, із загибеллю і пораненнями їх учасників.</p> <p>Укриття слугувало для УПА і таємною друкарнею. Використовувалося також ще під час польсько-української війни 1918-1919 р. Місце було відкрите в 1970-х рр. лісниками, але зруйноване військовими.</p> <p>На жаль, 2 січня 2017 р. музей був повністю знищений внаслідок пожежі, яка, ймовірно, була наслідком умисного підпалу. Директор музею Іван Попович вважає, що пожежа могла бути спланована, оскільки відбулася саме в дату відзначення дня народження Степана Бандери.</p> <p>Однак, у 2019 р. музей було відновлено. Сучасний об'єкт відтворений згідно з описами Володимира Кулика, відомого як "Андрійка", який був одним з учасників подій 1955 р. Усередині можна побачити експонати, що стосуються польсько-української та Першої світової воєн. Укриття</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | <p>складається з двох ключових зон, з'єднаних тунелем довжиною 30 метрів. Одне приміщення призначене для лідерів повстанців, а в іншому розташована друкарня, де жінки-друкарки працювали до 1952 р. Серед інших експонатів є домашній інвентар, двоповерхові ліжка та друкарське обладнання.</p> <p>Музей є важливим культурно-історичним об'єктом, що допомагає зберегти і передати майбутнім поколінням пам'ять про український визвольний рух.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Криївка УПА, с. Гавреччина        | <p>Музей-криївка знаходиться у лісі на околиці с. Гавреччина Золочівського району і служить місцем пам'яті героїв УПА. Вона функціонувала в період з листопада 1941 р. по лютий 1947 р. Однією з видатних постатей, яка загинула тут, є Іван Керницький. Активний член Організації Українських Націоналістів, відомий під псевдонімом "Крилатий". Його життя обірвалося у віці 26 років в боротьбі за незалежність України у ніч з 17 на 18 лютого 1947 р.</p> <p>Ця криївка не лише служила прихистком для оунівців, але і функціонувала як місце, де готували різноманітні матеріали для підготовки кадрів та пропагандистської діяльності. Сюди приносили листівки та альтернативні виборчі бюлетені з національною символікою, які потім опускали в урни під час виборів. Забирати ці матеріали було завданням зв'язкових, які забезпечували їх дальший розподіл.</p> <p>Такі відновлені криївки є важливими місцями пам'яті, які дозволяють сучасним поколінням зрозуміти історію та умови життя бійців УПА, а також вшанувати їхню жертвність і відвагу.</p>                                                                                           |
| <b>Бункери</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Бункер зв'язку поблизу с. Давидів | <p>Відносився до військової частини 13954. Складається як з підземних, так і надземних приміщень. Свого часу був засекреченим. За кількасот метрів знаходилось поле з антенами на південному сході від бункера. Із польових досліджень одного із співавторів зауважено, що надземні споруди служили як прикриття, одна із вцілілих будівель використовувалась для утримання худоби, можливо свинарник. Будували переважно два бункери: один для приймання і один для передачі інформації (на відстані приблизно 10-15км один від одного). Швидше за все такими бункерами були – бункери поблизу с. Давидів Львівського (раніше – Пустомитівського) району і у м. Винники. Вони б мали бути з'єднані кабелем з зовнішнім захистом та повітрям під тиском. Кабель мав знаходитись на значній глибині. За інформацією тут був радіоцентр. Зараз частково підтоплений.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Бункер зв'язку «Лощина»           | <p>Колишній військовий комунікаційний вузол, розташований у Львові поблизу стадіону СКА. Об'єкт був розміщений на глибині 30 м під землею і служив головним центром зв'язку Прикарпатського військового округу для координування дій із Генеральним штабом у Москві.</p> <p>Комплекс складався з шести коридорів, що формують літеру "Ш", 54-х кімнат, ліфта, двох сходових кліток, гермокамер для дезактивації, двох дизельних генераторів та систем вентиляції та опалення. Він мав сім входів на нижньому рівні, а також ліфт, який виводив на вулицю Золоту. На сьогодні ліфт частково розібраний, кілька років тому він впав у шахту.</p> <p>Про дату заснування "Лощини" існує кілька версій. За однією з них – об'єкт був побудований у 1930-1940 рр. Однак ця інформація є суперечливою. Загальноприйнятою є думка про те, що споруда створена у 50-60-х рр. XX ст. у рамках холодної війни з метою захисту від ядерних атак. Дуже довгий час «Лощина» була для львів'ян своєрідним пам'ятником гласності та демілітаризації у незалежній Україні. До розпаду СРСР об'єкт підтримувався у робочому стані, його охороняли вартівні. Після розпаду</p> |

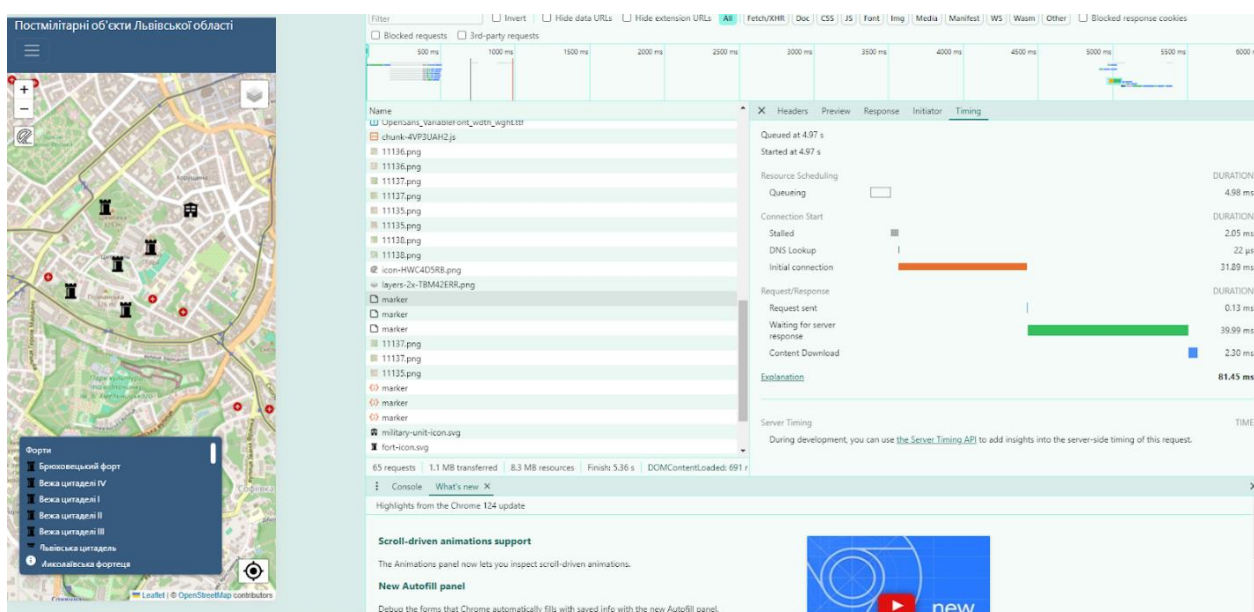
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>паркани повалили, охорону зняли, входи в підземелля зверху завалили, очевидно на швидку руку, бо пролізти можна було. Унаслідок чого бункер зв'язку був майже цілком і повністю розграбований «металошукачами». Дроти повіддирали з коренями, порозбивали дизельні генератори. У кабінетах тоді ще були телефони з гербами і навіть меблі.</p> <p>Зараз навіть тяжко собі уявити – як грандіозний військовий комплекс стратегічного значення у 1991 р. просто відкривають, забираючи охорону і залишивши частину документації та повний комплект обладнання.</p> <p>Звичайно, першою справою всі бажаючі намагалися за рахунок "Лощини" хоч чимось пожитися, потім вона стала найдешевшою громадською вбиральнею та місцем тасмних зустрічей. Цінувалась вона також місцевими жителями і за безкоштовне світло (перші кілька років), і за безкоштовну цілодобову воду. Під час відключень водогону тут можна було спостерігати маленькі групки бабусь з ліхтариками, що бігли туди як по святу воду.</p> <p>Нічого радіоактивного по бета- чи гаммі-випромінюванням у "Лощині" не зберігалось (фон становить 0,06 мкЗв/год (Терра МКС-05) скоріш за все від газу родону).</p> <p>"Лощина" могла бути закрита, не тому що втратила всю свою важливість, а тому що військові могли мати новіші, більш сучасні комунікаційні центри, що краще відповідають їхнім потребам.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Додаток В

### Перевірка продуктивності вебсервісу



Використанні інструменту Performance від Google Chrome для аналізу продуктивності вебсервісу



Використання інструменту Network від Google Chrome для аналізу мережевих запитів, які здійснюються під час завантаження вебсервісу

Таблиця

## Тестування вебсервісу

| Деталі запиту               | Опис                                                     | Запит     | Статистика |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|------------|
| Queued at                   | Час очікування в черзі                                   | 620.23 ms |            |
| Started at                  | Час початку виконання запиту                             | 620.62 ms |            |
| Queueing                    | Час очікування в черзі                                   | 0.39 ms   |            |
| Connection Start            | Час, витрачений на DNS Lookup та Initial connection      | 0.00 ms   |            |
| Stalled                     | Час затримки перед початком завантаження                 | 0.39 ms   |            |
| Request sent                | Час відправлення запиту                                  | 0.19 ms   |            |
| Waiting for server response | Час очікування відповіді сервера                         | 73.20 ms  |            |
| Content Download            | Час завантаження контенту                                | 75.92 ms  |            |
| Duration                    | Загальний час виконання запиту                           |           | 151.43 ms  |
| Загальна статистика         |                                                          |           |            |
| Requests                    | Кількість запитів                                        |           | 51         |
| Transferred                 | Об'єм переданих даних                                    |           | 1.0 MB     |
| Resources                   | Загальний об'єм ресурсів                                 |           | 4.4 MB     |
| Finish                      | Час завершення завантаження сторінки                     |           | 964 ms     |
| DOMContentLoaded            | Час до завершення опрацювання початкового HTML-документу |           | 388 ms     |



## Додаток Г

### *Фрагмент коду використання Repository Pattern*

```
namespace Maps.Infrastructure.Repositories
{
    public interface IMarkerRepository : IRepository<Marker>
    {
        Task<List<Marker>> GetAllWithImagesAsync();
        Task<Marker> GetByIdWithImagesAsync(Guid id);
        Task<List<Marker>> GetByStructureTypeAndPeriodWithImagesAsync(IEnumerable<StructureType> structureTypes,
        IEnumerable<Period> periods);
        Task<List<Marker>> GetByStructureTypeAndMultiplePeriodWithImagesAsync(IEnumerable<StructureType>
        structureTypes, IEnumerable<Period> periods);
        Task RemoveMarkerPeriodsAsync(Guid markerId, IEnumerable<Period> periodsToRemove);
    }
    public class MarkerRepository : Repository<Marker>, IMarkerRepository
    {
        public MarkerRepository(ApplicationDbContext context) : base(context) { }
    }
}
```

```
public async Task<List<Marker>> GetAllWithImagesAsync()
{
    return await _context.Markers
        .Include(m => m.Images)
        .Include(m => m.MarkerPeriods)
        .ToListAsync();
}
}
```

## Додаток Д

### *Фрагмент коду використання Service Layer*

```
namespace Maps.Infrastructure.Services
{
    public interface IMarkerService
    {
        Task<List<MarkerDto>> GetAllMarkers();

        Task<MarkerDto> GetMarkerById(Guid id);

        Task<MarkerDto> CreateMarker(CreateMarkerDTO createMarkerDTO);

        Task<MarkerDto> UpdateMarker(Guid id, UpdateMarkerDTO updateMarkerDTO);

        Task<bool> DeleteMarker(Guid id);

        Task<List<MarkerDto>> GetMarkersByStructureTypeAndPeriod(IEnumerable<StructureType> structureTypes,
IEnumerable<Period> periods);
    }

    public class MarkerService : IMarkerService
```

```
{  
    private readonly IMarkerRepository _markerRepository;  
    private readonly ILogger _logger;  
    public MarkerService(IMarkerRepository markerRepository, ILogger logger)  
    {  
        _markerRepository = markerRepository;  
        _logger = logger;  
    }  
}  
}
```

## Додаток Е

### *Фрагмент коду використання контролерів*

```
namespace Maps.Web.Controllers
{
    [Route("api/[controller]")]
    [ApiController]
    public class MarkerController : ControllerBase
    {
        private readonly IMarkerService _markerService;
        private readonly ILogger _logger;
        public MarkerController(IMarkerService markerService, ILogger logger)
        {
            _markerService = markerService;
            _logger = logger;
        }
        [HttpGet]
        public async Task<IActionResult> GetMarkers()
        {
            try
            {
                var markers = await _markerService.GetAllMarkers();
                return Ok(markers);
            }
            catch (Exception ex)
            {
                _logger.Error(ex, "An error occurred while retrieving markers.");
                return StatusCode(500, "An internal server error occurred. RealHostTest");
            }
        }
    }
}
```

## Додаток Ж

### Форма для створення маркера

### 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

Закинуто

Місцезнаходження

Введіть місцезнаходження маркера

Список джерел

Введіть список джерел

Широта

0

Довгота

0

СТВОРИТИ МАРКЕР

Вибрати Зображення

