

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

На правах рукопису
УДК 004.77: 911

**ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВЕБ-КАРТИ ТУРИСТСЬКИХ
МАРШРУТІВ (НА ПРИКЛАДІ РАХІВСЬКОГО РАЙОНУ
ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Галузь знань 10 – «Природничі науки»
Спеціальність 103 – «Науки про Землю»
Освітня програма – «Картографія та географічні інформаційні системи»

Випускна кваліфікаційна робота магістра
студентки 2 курсу магістратури
Мацюк Надії Юріївни

Науковий керівник –
кандидат географічних наук, доцент
Остроух Віталій Іванович

Допущено до захисту:

Протокол засідання кафедри № ____ від « ____ » _____ 20__ року
Завідувач кафедри проф. Даценко Л. М.

Київ – 2023

Реферат

У роботі розглянуто особливості створення веб-карт туристських маршрутів (на прикладі Рахівського району Закарпатської області) з допомогою програмного забезпечення ArcGIS Enterprise. Оглянуто та засвоєно теоретичні основи створення веб-карт; висвітлено основні методи створення веб-карт; частково досліджено та опановано (в рамках створення сервісу маршрутизації) програмне забезпечення ArcGIS Enterprise та Portal; також опановані деякі інструменти та додатки даної програми, зокрема ArcGIS Pro, Map Viewer та Experience Builder Developer edition.

Для дослідження особливостей створення веб-карт туристських маршрутів було розглянуто декілька аспектів: теоретичні аспекти створення веб-карт, а також розглянуто дані з досліджень туризму Карпатського регіону з метою визначення популярності даного регіону серед туристів, а також визначення бажаної інформації, яку варто відобразити на веб-карті туристських маршрутів. Здійснено порівняльну характеристику наявних веб-карт туристських маршрутів з точки зору їх функціональності та інтерфейсу користувача.

У результаті практично-експериментальної розробки з допомогою розширення мережевого аналізу створено веб-карту сервісу маршрутизації Рахівського району Закарпатської області. В перспективі дана веб-карта відкрита до удосконалення через API, зокрема з метою збагачення додатку прогнозом погоди, сервісів оренди житла, спорту, дозвілля та оздоровчих послуг тощо.

Ключові слова: веб-картографія, сервіс маршрутизації, середовище ArcGIS.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ВЕБ-КАРТ	6
1.1.Поняття терміну веб-карта	6
1.2.Огляд методів створення веб-карт	8
1.3.Аналіз можливостей технології ArcGIS Enterprise. Опис програмних продуктів	11
ВИСНОВКИ ДО I РОЗДІЛУ	14
РОЗДІЛ II. АНАЛІТИЧНО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ЕТАП ПІДГОТОВКИ ДО СТВОРЕННЯ ВЕБ-КАРТИ ТУРИСТСЬКИХ МАРШРУТІВ	15
2.1. Аналіз наявних веб-карт туристських маршрутів. Порівняння функціональних можливостей та інтерфейсу користувача	15
2.2. Дослідження Рахівського району Закарпатської області як об'єкту картографування.....	22
ВИСНОВКИ ДО II РОЗДІЛУ	28
РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРАКТИЧНА РОЗРОБКА ВЕБ-КАРТИ ТУРИСТСЬКИХ МАРШРУТІВ РАХІВСЬКОГО РАЙОНУ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ	30
3.1.Функції, джерела отримання даних, розробка концепції карти	30
3.2.Розробка сервісу маршрутизації: створення мережевого набору даних	35
3.2. Розробка веб-карти в додатках Map Viewer та Experience Builder Developer edition	39
ВИСНОВКИ ДО III РОЗДІЛУ	42
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальність даної теми полягає у необхідності забезпеченні туристів та мандрівників інформацією про доступні туристичні маршрути в регіоні Карпат. Створення веб-карти туристських маршрутів Карпатського регіону дозволить збільшити туристичний потік у регіоні та привернути увагу нових туристів.

Створення веб-карти туристських маршрутів Карпатського регіону має декілька переваг. По-перше, веб-карта дозволить туристам та мандрівникам з легкістю зорієнтуватися на місцевості та визначити оптимальний маршрут своєї подорожі. По-друге, створення веб-карти дозволить зібрати та об'єднати інформацію про туристичні маршрути в регіоні в одному місці. Це зробить процес планування та організації подорожі більш зручним та ефективним для туристів. По-третє, створення веб-карти дозволить регіональним організаціям туризму та бізнесу в регіоні привернути нових туристів та збільшити прибуток від туризму. Також, на основі даних про популярність маршрутів, туристичні компанії можуть пропонувати своїм клієнтам нові туристичні продукти та пакети послуг, що збільшить їхню конкурентоспроможність та привабливість для клієнтів.

Мета роботи – експериментально-практична розробка веб-карти туристських маршрутів Рахівського району Закарпатської області, що допоможе підвищити доступність таких маршрутів, забезпечить зручний та ефективний спосіб планування маршрутів користувачів.

Завдання даної роботи:

1. Розглянути та провести аналіз теоретичних аспектів створення веб-карт.
2. Визначити теоретичні аспекти створення веб-карт туристських маршрутів Карпатського регіону.
3. Здійснити порівняльну характеристику наявних веб-карт туристських маршрутів з точки зору функціональності, інтерфейсу користувача.
4. Розробити веб-карту туристських маршрутів Карпатського регіону.

Об'єкт дослідження – територія Рахівського району Закарпатської області з огляду розробки веб-карти туристських маршрутів.

Предмет дослідження – програмне забезпечення ArcGIS Enterprise.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ВЕБ-КАРТ

1.1. Поняття терміну веб-карта

Поняття терміну веб-карта та його сутність досліджували багато вчених-картографів. Основні підходи до визначення веб-карти базуються на технічних та семантичних аспектах. Розглянемо деякі визначення веб-карти різних картографів.

Джонатан Стінгер, професор картографії та географії з Університету Вірджинії, визначає веб-карту як «карту, яка знаходиться в Інтернеті і доступна з будь-якого комп'ютера, мобільного пристрою або планшета». Він також вказує, що веб-карти можуть містити інформацію про різні географічні об'єкти та дозволяти користувачам взаємодіяти з цими даними на карті.

Майкл Гудчайлд, дослідник з Гарвардського університету, визначає веб-карти як «інтерактивні карти, які можна використовувати через веб-браузер». Він також вказує на те, що веб-карти можуть містити різноманітні дані, відображати їх на карті та дозволяти виконувати аналіз цих даних.

Джон Бейтман, професор картографії з університету Wisconsin-Madison, визначає веб-карту як «карту, з якою можна взаємодіяти в реальному часі, використовуючи Інтернет». Також вказує, що веб-карти можуть містити різноманітні дані та дозволяти користувачам виконувати аналіз цих даних, що робить їх цінним інструментом для різних галузей науки та бізнесу.

Отже, узагальнюючи, веб-карта - це інтерактивна карта, яка доступна через Інтернет та містить географічні дані, що відображаються на карті. Веб-карти дозволяють користувачам взаємодіяти з цими даними, а також виконувати їх аналіз, що робить веб-карти цінним інструментом для різних галузей науки та бізнесу.

Веб-карта і цифрова карта – це дві різні форми представлення географічної інформації, які мають свої відмінності.

Веб-карта – це інтерактивна карта, доступна через Інтернет. Вона може бути створена за допомогою веб-картографічних платформ, таких як Google Maps, Bing Maps або OpenStreetMap. Веб-карти дозволяють користувачам переглядати карту, збільшувати та зменшувати масштаб, пересувати карту та виконувати різні інші дії, що роблять їх корисними для широкого кола застосувань, таких як пошук адрес, навігація та візуалізація даних.

Цифрова карта – це електронний документ, що містить географічну інформацію, який можна зберігати на комп'ютері або мобільному пристрої. Вона може бути створена за допомогою спеціальних програм, таких як ArcGIS або QGIS. Цифрові карти зазвичай мають вищу точність та роздільну здатність, ніж веб-карти, тому їх використовують для більш складних аналітичних завдань, таких як аналіз даних з кількох джерел, створення складних картографічних продуктів та моделювання геопросторових процесів.

Веб-карти мають ряд переваг. Деякі з них наведені нижче:

1. Легкість використання: веб-карти зазвичай мають інтуїтивно зрозумілі інтерфейси та інструменти, що робить їх доступними для широкого кола користувачів.
2. Доступність: веб-карти можуть бути легко розміщені в Інтернеті і доступні з будь-якого місця з підключенням до Інтернету. Вони можуть бути використані як для глобальних, так і для локальних масштабів.
3. Інтерактивність: веб-карти можуть бути зроблені інтерактивними, дозволяючи користувачам взаємодіяти з ними, натискати на точки, відкривати вікна з додатковою інформацією, змінювати масштаб та інше.
4. Гнучкість: веб-карти можуть бути змінені та вдосконалені безпосередньо на веб-сайті, що дозволяє швидко оновлювати дані та додавати нову інформацію.

5. Візуалізація даних: веб-карти можуть допомогти візуалізувати складну інформацію та зробити її більш зрозумілою та доступною для аудиторії.

1.2. Огляд методів створення веб-карт

Веб-карта – це засіб візуалізації геопросторових даних, який дозволяє користувачам взаємодіяти з картою та отримувати доступ до інформації.

Існує декілька способів створення веб-карт, а саме:

1. Використання онлайн-платформи геопросторових сервісів. Наприклад, ArcGIS Online, Google Maps, OpenStreetMap (OSM). Цей метод дозволяє створювати веб-карти за допомогою інтерактивних інтерфейсів без необхідності встановлення програмного забезпечення.

2. Використання програмного забезпечення для створення веб-карт. Наприклад, ArcGIS Desktop, QGIS, Mapbox Studio. Цей метод дозволяє створювати веб-карти на основі геоданих, що зберігаються на комп'ютері локально, персональній чи корпоративній базі даних, та експортувати їх у веб-форматі.

3. Використання програмних бібліотек та інтерфейсів програмування (API). Наприклад, Leaflet, Google Maps API, ArcGIS API for JavaScript. Цей метод дозволяє розробникам створювати веб-карти, використовуючи різні інструменти та функції, що надаються API.

Кожен з цих методів має переваги та недоліки, тому перед вибором методу створення веб-карти проводиться аналіз майбутнього проекту. Відповідно до поставлених задач і вимог надається перевага тому чи іншому методу створення веб-карти.

Наприклад, за умови необхідності швидко створити відносно просту веб-карту з певним набором геоданих, можна скористатися онлайн-платформою геопросторових сервісів.

Онлайн-сервіс Google Maps є одним із найпоширеніших онлайн-сервісів геопросторових даних. Цей безкоштовний сервіс надає користувачам різноманітний і широкий спектр можливостей з роботи над картографічними

продуктами. Серед найактуальніших задач, вирішенням яких займається сервіс, це геокодування (пошук місцезнаходження), маршрутизація (з можливістю застосування у фільтрах вичерпного переліку атрибутів), перегляд супутникових знімків та інших базових карт [1].

Також сервіс Google Maps характеризується легкою та зручною інтеграцією з іншими корисними сервісами Google як Google Search, Google Earth, Google Street View.

Google Maps використовується для багатьох задач, включаючи навігацію, планування маршрутів, пошук місць та інші. Цей сервіс доступний для користувачів з усього світу і працює на різних платформах, включаючи веб-браузери та мобільні пристрої.

З урахуванням конкурентності ринку та вдосконаленням інформаційних технологій сервіси Google також надають користувачам корисну інформацію, що застосовується при вирішенні різноманітних задач: від міських застосунків до створення якісних та аналітично збагачених продуктів.

У разі роботи над проектом, що вимагає використання великого обсягу даних, передбачає складні чи розширені можливості візуалізації інформації, варто використовувати відповідне програмне забезпечення ГІС.

Використання готових рішень є ще одним методом створення веб-карт, який дозволяє створити веб-карту без необхідності вивчення програмування та проектування. В цьому випадку, користувачі можуть скористатися готовими рішеннями, які містять набір інструментів та шаблонів, що дозволяють створити веб-карту за допомогою графічного інтерфейсу докладаючи мінімальні зусилля.

Один з найбільш відомих і популярних сервісів цього типу - це ArcGIS Online, який надає безкоштовний доступ до багатофункціонального середовища для створення веб-карт, додавання геоданих та створення додатків геопросторового аналізу [2]. ArcGIS Online дозволяє користувачам використовувати готові шаблони та картографічні елементи, а також

зберігати та публікувати створені веб-карти. Платформа надає можливість користувачам у швидкому режимі створювати, зберігати, редагувати та публікувати веб-карти та веб-додатки з розширеними функціями.

Серед основних технологічних можливостей ArcGIS Online виділяються [3]:

1. Створення веб-карт з різноманітними типами даних.
2. Візуалізація даних на карті із можливістю редагування та кастомізації символів.
3. Робота з фільтрами, статистичними аналізами, просторовими запитам.
4. Публікація веб-карти та надання доступу відповідному колу користувачів [4].
5. Створення комплексних, змістовних веб-додатків, що включатимуть у себе не тільки веб-карту, а й різного виду додаткову статистичну інформацію динамічного чи статичного виду.

Отже, ArcGIS Online вирішує різноманітні задачі, такі як аналіз та візуалізація геоданих, розробка веб-застосунків та картографічних продуктів, публікація та обмін даними з іншими користувачами.

Інші сервіси, такі як Mapbox Studio, Carto, MapTiler та інші, також надають готові рішення для створення веб-карт, які дозволяють вибирати з різних стилів та елементів, забезпечують можливість завантажувати та використовувати власні дані та забезпечують безкоштовні або платні пакети послуг. В даному методі є свої переваги, такі як ефективність та зручність в роботі.

GIS (геоінформаційні системи) - це програмне забезпечення для збору, обробки, аналізу та візуалізації геоданих. Використання GIS-програмного забезпечення дозволяє створювати веб-карти з високою точністю та деталізацією та використовувати багатофункціональні інструменти для аналізу геоданих.

Один з найбільш відомих GIS-програмних забезпечень - це ArcGIS Desktop, який надає можливості для розробки високоякісних веб-карт. За допомогою ArcGIS Desktop, користувачі можуть збирати та обробляти геодані, створювати векторні та растрові шари та редагувати їх, використовувати різні символи та стилі для відображення геоданих та експортувати готові веб-карти у вигляді веб-сервісів.

Інші GIS-програмні забезпечення, такі як QGIS, GRASS GIS, SAGA GIS, ENVI та інші, також мають можливості для створення веб-карт. Ці програми дозволяють користувачам обробляти та аналізувати геодані, створювати векторні та растрові шари, використовувати символи та стилі для відображення геоданих та експортувати готові веб-карти у різних форматах.

Використання GIS-програмного забезпечення для створення веб-карт має свої переваги. Зокрема, воно дозволяє створювати веб-карти з високою точністю та деталізацією та використовувати багатофункціональні інструменти для аналізу геоданих. Крім того, GIS-програмне забезпечення є універсальним інструментом, що можна використовувати для обробки різноманітних геоданих з різних джерел. Наприклад, користувач може імпортувати дані з GPS-пристроїв, картографічних сервісів або інших джерел, що дозволить збирати та обробляти дані на основі реальних геолокацій.

Крім того, GIS-програмне забезпечення може бути інтегровано з іншими програмами для створення веб-сайтів, що дозволяє легко і швидко створювати веб-карти та інші географічні додатки.

1.3. Аналіз можливостей технології ArcGIS Enterprise. Опис програмних продуктів

ArcGIS Enterprise є геопросторовою платформою, яка надає користувачам доступ до функцій створення, управління та розповсюдження геопросторових даних та застосунків.

Ця платформа розроблена компанією Esri, що спеціалізується на розробці програмного забезпечення для аналізу та візуалізації геопросторових даних. ArcGIS Enterprise може бути встановлена як локальна версія на власних серверах користувача або як хмарна служба.

Основні можливості, які пропонує ArcGIS Enterprise включають:

- створення та публікація веб-карт, використовуючи вбудовані шаблони та інструменти, а також імпортувати дані з різних форматів. Користувачі можуть налаштовувати вигляд та зміст веб-карт, додавати підписи та легенди, використовувати стилізацію, щоб виділити необхідне;

- обробка та аналіз даних, використовуючи вбудовані інструменти геобробки. Користувачі можуть створювати запити даних, виконувати різноманітні операції з розташуванням об'єктів, обчислювати статистику та збагачувати карту будь-яким змістом;

- публікація та спільне використання даних, щоб інші користувачі могли з ними працювати та використовувати їх у своїх проектах. Користувачі можуть налаштовувати права доступу до своїх даних, дозволяючи або обмежуючи доступ до них залежно від рівня доступу;

- інтеграція з іншими системами;

- розробка веб-додатків, що включають в себе веб-карти та геодані. Користувачі можуть використовувати вбудовані шаблони та інструменти для розробки веб-додатків, а також програмний інтерфейс для створення власних рішень;

- робота в колаборативному режимі: дозволяє користувачам співпрацювати з іншими користувачами та командами над веб-картами та геоданими. Користувачі можуть працювати в команді, обмінюватись даними та результатами аналізу, а також координувати процес розробки проектів;

- аналіз геоданих: ArcGIS Enterprise має вбудовані інструменти для аналізу та обробки геоданих. Користувачі можуть використовувати ці інструменти для виконання різноманітних завдань, таких як аналіз

маршрутів, створення зон впливу, знаходження оптимальних шляхів та багато іншого.

- візуалізація даних: ArcGIS Enterprise дозволяє користувачам візуалізувати геодані на веб-картах та відображати їх у різних форматах. Користувачі можуть відображати дані в точковому, лінійному або полігонному форматі, створювати кольорові схеми, градієнти та інші типи візуалізації даних.

- розширення можливостей за допомогою додатків: ArcGIS Portal має велику кількість додатків, які дозволяють користувачам розширювати можливості платформи. Наприклад, додаток StoryMaps дозволяє користувачам створювати інтерактивні історії з використанням геоданих та веб-карт.

Загалом, технологія ArcGIS Enterprise дозволяє користувачам швидко та ефективно створювати, аналізувати та публікувати геодані з використанням онлайн-інструментів та ресурсів. Вона є потужним інструментом для створення веб-карт та геоінформаційних проектів, які можуть використовуватись у багатьох галузях, включаючи геологію, екологію, транспорт, архітектуру та інші.

ВИСНОВКИ ДО I РОЗДІЛУ

Отже, у даному розділі розкрито поняття веб-карти, а також описано технологічні можливості програмного забезпечення ArcGIS Enterprise.

Веб-карта - це інтерактивна карта, яка доступна через Інтернет та відображає геопросторові дані. Веб-карти дозволяють користувачам взаємодіяти з геоданими та отримувати доступ до різних функцій, таких як панорування, масштабування та відображення інформації на карті. Веб-карти можуть містити різноманітну інформацію, включаючи місця розташування об'єктів, розміри, форми, назви та описи.

ArcGIS Enterprise є геопросторовою платформою, розробленою компанією Esri, яка надає користувачам доступ до функцій створення, управління та розповсюдження геопросторових даних та застосунків. Завдяки ArcGIS Enterprise користувачі можуть працювати з різноманітними геоданими, використовувати інструменти аналізу та візуалізації, ділитись даними з іншими користувачами та створювати різноманітні геопросторові застосунки.

Перевага продуктів ArcGIS Enterprise полягає у можливості працювати з геоданими унікальним способом, який дозволяє отримувати більш точні та зрозумілі результати. ArcGIS Enterprise також дозволяє збирати, зберігати, візуалізувати та аналізувати геодані у реальному часі, що може бути корисним для багатьох галузей, включаючи науку, екологію, міське планування, телекомунікації та громадську безпеку.

Крім того, ArcGIS Enterprise може допомогти зменшити витрати на розробку та підтримку геопросторових рішень, що дає користувачам можливість більш ефективно працювати з геоданими та отримувати більш точні результати. Таким чином, ArcGIS Enterprise може бути корисною платформою для будь-якої організації, яка працює з геоданими та хоче отримати більш точні та зрозумілі результати.

РОЗДІЛ II. АНАЛІТИЧНО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ЕТАП ПІДГОТОВКИ ДО СТВОРЕННЯ ВЕБ-КАРТИ ТУРИСТСЬКИХ МАРШРУТІВ

2.1. Аналіз наявних веб-карт туристських маршрутів. Порівняння функціональних можливостей та інтерфейсу користувача

Інформативні веб-сайти про розташування туристичних об'єктів є корисним ресурсом для розвитку туризму різного напрямку. У даному підрозділі аналізуються декілька веб-карт, що надають інформацію про туристські маршрути Карпатського регіону.

Першим веб-сайтом до розгляду є «В похід Карпатами». Дана сторінка доступна до перегляду у браузері, а також у вигляді мобільного додатку (android та ios). Як стверджують розробники сайту, мета платформи – «зібрати та систематизувати інформацію, яка може бути корисна мандрівникам в Карпатах» [5].

Веб-сайт «В похід Карпатами» поза маршрутами пропонує також інформацію, про погоду та час на місцевості, довідник, інформативну частину про туристичні природні об'єкти Карпат. Також містить форум для обговорення, чат та блог, рекомендації про спорядження з посиланням на магазин туристичних товарів «Gorgany» (додаток А.1.).

В рамках проведення аналізу головний об'єкт дослідження представляють розділи «Маршрути» та «Карта».

Розділ «Маршрути» містить перелік піших туристських маршрутів в регіоні Українських Карпат. Список представлений інформативними блоками, для кожного з яких вказана назва маршруту, яка, переважно, складається з назви населених пунктів, якими проходить шлях туристів, та назви природних об'єктів (озеро, гора, полонина), що пропонуються до відвідування. Окрім назви з розділу «Маршрути» на сторінці існує можливість ознайомитись з тривалістю маршруту, кілометражем, рівнем

складності, старт та фініш, перелік вершин на маршруті, цікаві об'єкти, фотографії, а також посилання на відео-ресурс (додаток А.2.).

Розділ «Маршрути» передбачає ознайомлення користувача із маршрутом відповідно до його вимог і надає можливість перейти на іншу сторінку, що містить більш детальну інформацію про обраний маршрут (додаток А.3.).

Сторінка з детальною інформацією про маршрут містить багато корисних посилань на глибоку інформацію про той чи інший об'єкт подорожі. Відкривши таке посилання, користувач може прочитати детальну інформацію про об'єкт (озеро, гору чи її вершину, річку, місце для табору або інші цікаві об'єкти, місцезнаходження та опис яких можуть додавати користувачі). Користувач також має можливість відмітити це місце як таке, яке він відвідав, побачити чи є точки даного маршруту дотичними до інших маршрутів, на які можна звернути; переглянути найближчі населені пункти та відстань до них; прогноз погоди на місцевості; додатково до перегляду доступні фотографії, відео (за наявності) та коментарі інших користувачів платформи.

Карта, що знаходиться на такій сторінці, відображає виключно обраний об'єкт. Тобто відбувається фільтрація об'єктів, що відображаються. Таким чином користувач позбавлений необхідності виділяти з-поміж усіх об'єктів, представлених на карті, а читати інформацію, що стосується виключного його маршруту (додаток А.4.).

Другим ключовим об'єктом, на якому зосереджений аналіз, є власне розділ «Карта» (додаток А.5.).

Дана веб-карта серед доступних опцій передбачає тільки зміну масштабу та вимірювання відстаней та площі. Відсутній інструмент геокодування, наявність якого дозволила би користувачу швидше зорієнтуватися до заданої ним території. Наразі пошук цільового об'єкту задається масштабом та екстентом карти, що обере користувач. Відповідно до такого екстенту змінюється відображення інформативного блоку

праворуч. У такий блок потрапляють тільки ті об'єкти, які безпосередньо потрапили в дану рамку перегляду карти, що є корисною та зручною опцією під час роботи з картою.

Веб-карта містить декілька шарів: базова карта (розроблена за допомогою бібліотеки Leaflet, за основу взято дані OSM), а також гірські масиви Українських Карпат. Відповідно до масштабу карти, відбувається зміна відображення території Українських Карпат на території їхніх гірських масивів (додаток А.6.).

Також користувач має можливість самостійно обирати об'єкти, що відображаються на карті. Серед них: маршрути, цікаве місце, вершина гори, полонина, водний об'єкт, орієнтир/вказівник, села та міста, джерело/криниця, місце для привалу, туристична будівля, рятувальники, небезпечне місце, Інтернет-покриття.

У розділі «Карта» відповідно до обраної території також відображаються маршрути та вершини. В інформативному блоці користувач має можливість перейти за посиланням на іншу сторінку та переглянути корисну інформацію. При наведенні на такий маршрут чи вершину зі списку, цей об'єкт візуально виділяється на карті, що робить веб-карту більш динамічною та інтерактивною.

Окремий об'єкт дослідження складає мобільний додаток «В похід Карпатами», адже, як правило, найбільша користь від сервісу маршрутизації туристських маршрутів припадає саме під час сходження або прогулянки таким маршрутом, тому користувач повинен бути забезпечений зручним сервісом побудови та перегляду маршрутів (додаток А.7.).

Функціонально та концептуально мобільний додаток повторює веб-сайт. Серед відмінних особливостей варто виділити можливість завантаження офлайн-карт, які, безумовно є необхідністю під час маршрутів у горах, де відсутнє Інтернет-покриття.

У мобільному додатку «В похід Карпатами» цільовою опцією є власне веб-карта (додаток А.8.). Інструментів, з допомогою яких можна працювати з

картою, більше, ніж у версії на веб-сайті. Таким чином користувач має можливість визначити своє місцеположення (надавши доступ до місцезнаходження на мобільному пристрої), зорієнтувати карту відповідно сторін світу, здійснити геокодування, відфільтрувати відображувані об'єкти (опція присутня також у веб-версії), додати новий об'єкт на карту (назву, опис, фото, визначити тип об'єкту), а також встановити налаштування карти.

До налаштувань карти входять такі функції, як можливість відобразити місце, де є мобільний інтернет, відфільтрувати відображення маршрутів, меж населених пунктів, символічне відображення центру карти, а також контрольних точок активних квестів. Також присутня опція налаштування офлайн-карт. Офлайн-карту можна завантажити або на окрему територію, що цікавить користувача, або ж завантажити увесь пакет даних одразу. Розмір такої офлайн-карти варіюється від 67 Мб (топографічна карта Чивчинських гір) до 467 Мб (Полонинський хребет (Боржава)). Офлайн-карти для всієї території Карпат представлені у двох рівня деталізації: середня та низька (355 Мб та 720 Мб відповідно).

Таким чином користувач даного мобільного додатку має можливість забезпечити себе картографічною інформацією, навіть за відсутності з'єднання з мережею Інтернет.

Також додатковою інтерактивною відмінністю від веб-версії є функція «Що то за гора?». Дана функція доступна з головного меню мобільного додатку. Вона дозволяє дізнатись інформацію про гори, на основі зображення та місцеположення користувача.

Отже, платформа «В похід Карпатами» має дві версії: веб-сайт та мобільний додаток. В обох версіях однаково добре представлені найважливіші функції та картографічна інформація для якісної підготовки до туристського маршруту. Туристські маршрути покривають усю територію Українських Карпат та густо представляють туристичні шляхи кожного з гірських масивів.

Серед користувачів дана платформа разом з веб-картою є однією з найпопулярніших сервісів для ознайомлення з туристичною інформацією Карпат.

Наступна платформа в даному аналізі має назву «Путівник Карпатами» [6]. Дана платформа має розділи про проживання, маршрути, вершини, цікаві місця, розваги, карту та блог (додаток А.9.).

Розділ «Проживання» є надзвичайно зручним та корисним для туристів. Зручний інтерфейс та широкий спектр фільтрів робить пошук місця проживання швидким та дозволяє налаштувати параметри запиту відповідно до побажань користувача. Наявність такого розділу є хорошою перевагою над іншими ресурсами ознайомлення із туристськими маршрутами у порівнянні з тими веб-сайтами, що не характеризуються даною опцією.

Цільовими у даному дослідженні виступають розділи «Карта» та «Маршрути».

Розділ «Маршрути» має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, складається зі списку маршрутів, є можливість їхньої фільтрації (додаток А.10.). При перегляді списку маршрутів користувач бачить назву маршруту, загальний вигляд на карті, профіль місцевості, інформацію про тривалість маршруту, найвищу та найнижчу висоти.

На сторінці конкретного маршруту користувач дізнається достатньо інформації, аби скласти повне уявлення про план походу. Тут відображено назву маршруту, карту з прокладеними контрольними точками (додаток А.11.). Лінія маршруту представлена символом з градацією: від найнижчої до найвищої висоти. Дана веб-карта відрізняється від попередньої також тим, що додатково має профіль місцевості відповідного маршруту. Відображення конкретної точки на лінії маршруту показує рівень висоти на профілі місцевості.

Також тут представлено текстовий опис маршруту з важливою інформацією про географічні об'єкти, маршрути, природні умови даного регіону. Для кожного маршруту існує тривимірне представлення маршруту.

Завдяки такій моделі користувачі знайомляться з місцевістю в інтерактивному та наближеного до реальності режимі. Така тривимірна модель розроблена, зокрема з допомогою даних OSM, даних Mapbox та Махаг.

На веб-сайті представлений окремий розділ «Карта» (додаток А.12.). На карті відображені точкова та лінійна інформація. У зв'язку з великою кількістю точкових об'єктів застосовано кластеризацію з метою покращення сприйняття картографічної інформації. Також на карті представлено декілька інструментів для взаємодії з нею: геокодування, зміна масштабу, зміна базової карти (OSM, Google Maps, Google Satelite), увімкнення та вимкнення відображення маршрутів, а також можливість повернення на головну сторінку.

Проте дана карта має відносно незручний інтерфейс: маршрути відображаються усі одразу, переважно вони відображені однаковим кольором, що не дозволяє розрізнити їх між собою. Присутня інтерактивність: лінійний об'єкт виділяється при наведенні і при натисненні з'являється спливаюче вікно з інформацією про даний маршрут (додаток А.13.). Проте дане спливаюче вікно не можливо зачинити.

Окремий додаток наочно демонструє рівень відображення маршрутів (додаток А.14.). Лінійні об'єкти зливаються в однорідну «павутину», що ліквідує будь-яку можливість легкого читання карти. Фільтр маршрутів на даній карті відсутній.

«Путівник Карпатами» також має мобільну версію додатку (android та ios) (додаток А.15.).

Розділ з картою маршруту представляє собою список доступних маршрутів. Сторінка конкретного маршруту містить узагальнене зображення шляху старт-фініш, назву маршруту, його довжину, складність, інформацію про висоту (додаток А.16.). Власне карта відображає шлях проходження маршруту, а також профіль місцевості. Втім, варто зазначити, що за поданою

картою неможливо покроково слідувати маршруту. Веб-карта погано пристосована до масштабування та навігації за лінією маршруту.

2.2. Дослідження Рахівського району Закарпатської області як об'єкту картографування

Площа Рахівського району становить 1,892 тис. км². Рахівщина володіє надзвичайно потужним природноресурсним потенціалом. Тут багато лісових масивів і полонин, льодовикових озер, лікувальних мінеральних вод [7, ст 87]. Розглянемо детальніше природну характеристику району дослідження.

Рахівський район знаходиться в гірськодолинній зоні на сході Закарпатської області. Температурний режим району формується під впливом радіаційного режиму, атмосферної циркуляції, характеру підстилаючої поверхні і гірського рельєфу. Середня річна температура повітря складає 7.3°C.

Рахівський район розташований у найбільш високогірній частині Українських Карпат на сході Закарпатської області. На півночі височіють Привододільні (Внутрішні) Горгани, на заході — Свидовець, на північному сході — Черногора (гірські частини Полонинського хребта), на півдні — Рахівські гори.

За 40 км від Рахова, у Черногірському масиві, знаходиться найвища вершина Українських Карпат та України загалом — гора Говерла (2061 м над рівнем моря). Поряд височіють ще шість вершин-двотисячників: Бребенескул, Петрос, Піп Іван Черногірський (Чорна гора), Ребра, Гутин-Томнатик та Менчул.

Рельєф високогір'я позначений слідами давнього зледеніння з характерними льодовиковими формами — карами та троговими долинами.

Піп Іван Черногірський (Чорна Гора, Черногорець) — одна з найвищих вершин Українських Карпат. Висота – 2028 м. За переказами, свою назву дістала від скелі на вершині, яка нагадувала священика в рясі. На вершині — руїни польської астрономо-метеорологічної обсерваторії «Білий слон», збудованої в 1938 році за проектом польських архітекторів.

Піп Іван Мармароський — гора в Українських Карпатах, одна з вершин Гуцульських Альп (частина Мармароського гірського масиву). Розташована в

Рахівському районі Закарпатської області, на кордоні України і Румунії. Висота – 1936 м. Форма вершини пірамідальна, північні та східні схили круті. Довкола гори сезонно можуть утворюватись невеликі озерця. На значних площах тут є полонини. Ростає багато рідкісних рослин. Гора розташована в межах Марамороського заповідного масиву [8].

Полонина Рогнеска розташована на південно-східному боці г. Петрос та її відрогів. Схили здебільшого пологі з окремими стрімчаками. Створено ботанічний заказник з однойменною назвою. Урочище "Затінки і Тересянка" має площу 13 га. Охороняється найбільший у Закарпатті осередок зростання арніки гірської (занесена до Червоної книги України). Також зростають тирлич крапчастий, відкосник безстеблій, анемона нарцисоцвітна [7, ст 105].

Переважає більшість населення - сільське (64,9 %). В районі існує 1 міська, 2 селищні та 17 сільських рад; всього населених пунктів - 58. Рахівський район має середні в області показники чисельності населення.

Серед мешканців поширена Закарпаття тимчасова міграція на заробітки, причинами якої є недостатній розвиток господарства в гірських і передгірних районах, висока щільність населення і мала забезпеченість орними землями на рівнині. Крім цього, закарпатці є здебільшого вмiлими будівельниками, столярами, лісорубами, спеціалістами з лісового господарства. Географія місць їхньої сезонної праці дуже широка: від сільськогосподарських підприємств і будівельних організацій південно-східних областей України та країн Балтії до лісопромислів Європейської Півночі. Зростає кількість мешканців області, що здійснюють тимчасові трудові міграції в країни Центральної і Західної Європи. Ця тенденція поширюється майже на всі населені пункти Закарпаття, зокрема на Рахівський район.

Сальдо міграції – від'ємне і має досить низьке значення (-177 чол). Показник прибулих сягає – 2,5 осіб на 1000 (досить низький показник). Щодо національного складу, то зокрема в таких населених пунктах, як Рахів та Ясіня, домінуючими є гуцули.

Щодо транспортної інфраструктури, то провідне місце в Закарпатській області за обсягом перевезень вантажів займає залізничний. Він має важливе значення як у внутрішньообласних, так і міжобласних і транзитних міжнародних перевезеннях.

Автомобільний транспорт має для Закарпатської області більше значення, ніж в інших частинах України, він доповнює залізничну мережу. На відміну від залізничного, автомобільний транспорт використовується переважно для перевезень пасажирів і вантажів на короткі відстані через природні особливості території [7, с. 172-175].

Упродовж останніх років Рахівський район стає дедалі популярнішим серед туристів. Щорічний потік туристів налічує понад 25 тис. осіб, і щороку ця цифра зростає. Однаково популярними є як зимові, так і літні види відпочинку. Взимку до послуг відвідувачів у Рахівському районі працює шість канатно-буксирувальних доріг для лижників, зокрема у смт. Ясіня, в урочищі Драгобрат, у м. Рахів, у с. Богдан, у смт. Кобилецька Поляна і в с. Чорна Тиса.

У районі діє понад 40 готелів, 1 туристична база, 2 мотелі, 2 бази відпочинку, 4 оздоровчих комплекси. Активно розбудовуються приватні міні-готелі, бази відпочинку, а також садиби селян, які приймають гостей.

Багатство природних туристичних ресурсів у районі визначається поєднанням сприятливих кліматичних умов із високим рівнем естетичної привабливості ландшафтів карпатських гір. Сніговий покрив узимку забезпечує передумови для розвитку гірськолижного туризму. Влітку порівняно невисокі температури і чисте повітря створюють сприятливі умови для відпочинку у найспекотніші місяці.

Рахівський район відзначається багатством природно-заповідного фонду. Територією району простягається Карпатський біосферний заповідник, зокрема його Чорногірський, Свидовецький та Мармароський масиви. Чорногірському масиву належить найвища точка України – г. Говерла (2 061 м). Ця вершина є одним із найвідоміших туристичних об'єктів

в Українських Карпатах. Надзвичайно популярними є піші сходження на Говерлу, що проводяться як влітку, так і взимку.

Найвідомішими є маршрути через спортивну базу "Заросляк", що розташована за 22 км від смт. Ворохта Яремчанського району Івано-Франківської області, а також через базу "Козьмещик", поблизу с. Лазещина, що є продовженням смт. Ясіня.

Через велику популярність екосистема Говерли страждає від надмірного засмічення та витоштування. Сусідня з Говерлою вершина – г. Петрос (2 020 м) також належать до відомих туристичних об'єктів Рахівщини. За складністю підйому Петрос дещо перевершує Говерлу, особливо на східних схилах. Сходження на Петрос вважається одним із найскладніших в Українських Карпатах. Окрім спортивного інтересу вершина (як і решта "двотисячників") цікава мальовничими панорамами, що відкриваються з її вершини та схилів. Найпопулярнішими є маршрути на Петрос із с. Кваси та з смт Ясіня.

На Свидовецькому масиві розташоване урочище Драгобрат, де функціонує відомий гірськолижний курорт, який туристи активно відвідують також і влітку. З однойменної полонини починаються маршрути на г. Стіг (1 704 м), а також до найвищої вершини Свидовця – г. Близниця Велика (1 881 м). Поруч із Близницею Великою – г. Близниця (1 872 м). Морфологічно ці дві вершини дуже схожі, звідси і походить їхня назва. Туристичний інтерес становлять також скельні виступи на схилах Близниці, відомі під назвою Жандарми. Підйом на Близниці загалом не складний, проте в умовах погіршення погоди може становити певну небезпеку.

Через Свидовецький масив проходить частина Закарпатського туристичного шляху (ЗТШ). ЗТШ являє собою міжнародний проект, спрямований на розвиток туризму у Закарпатській області та залучення до збереження природного середовища Карпат. Від полонини Драгобрат, фрагмент ЗТШ простягається на північний захід до г. Догяска (1762 м) та Геришаського озера. Озеро Герешаска (або Догяска) розташоване на висоті 1

584 м, має льодовикове походження і відоме також як "Перлина Карпат". На схилах Догяски навколо озера відкриваються мальовничі оголення кам'янистих порід.

Цей схил також має туристичну назву – "Корона Карпат". Завдяки відкритій місцевості та добре второваній дорозі підхід до цих об'єктів доволі простий, хоча вони і досить віддалені від населених пунктів. З бази "Ясіня" підйом на г. Догяску із заходом на оз. Геришаське вкладається в одноденний маршрут. Внаслідок великої популярності екосистема озера дещо порушена людиною. На протилежному від г. Догяска схилі Апшинецького хребта розташовані ще два льодовикових озера – Апшинецьке та Ворожеське (місцеві назви Апшиняска та Ворожеська). Озера дуже подібні, як за походженням, так і за морфологією; обидва належать до пам'яток природи місцевого значення.

Береги Апшинецького озера частково заболочені, завдяки чому Ворожеське озеро виглядає естетично привабливішим. Обидва озера практично непомітні з туристичної стежки, що веде зі Стога до Догяски, тому їх відвідує менше туристів. Завдяки цьому екосистема перебуває у кращому стані порівняно з Геришаським озером. Озера мають зручний підхід від бази "Ясіня". На схилі над Ворожеським озером розташована невелика добре затінена улоговина, де до середини літа зберігається сніг.

На схилах Апшинецького хребта – ще одна пам'ятка природи – оголення кам'янистих порід "Свидовецькі скелі". Об'єкт являє собою високий урвистий схил, який добре видно при підйомі на г. Великий Котел. Цікавою особливістю є те, що скелі добре видно у будь-яку погоду. Навіть у щільний туман турист має змогу підійти майже впритул до відрогу хребта на рівні верхньої частини скельного виступу.

У сідловині між Свидовецьким та Братківським хребтами розташований перевал Околи. Перевал становить певний історичний інтерес, оскільки через нього здійснювалися військово-транспортні сполучення в часи Першої світової війни. Дотепер збереглися фрагменти "старої австрійської"

дороги. Лише у 90-х рр. ХХ ст. біля перевалу було ліквідовано залишки рейок старої вузькоколійної залізниці, за допомогою якої у Закарпаття транспортували ліс.

Неподалік від перевалу Околи бере початок р. Тиса (верхня течія Чорної Тиси, вище злиття з Апшинцем) Цей об'єкт має особливе значення для громадян Угорщини, оскільки р. Тиса є одним із ключових історичних символів угорської державності.

Також найвищою вершиною однойменного хребта-відрогу Привододільних Горган є г. Братківська (1 788 м). Вершина становить інтерес як оглядова точка, з якої відкривається панорама на масиви Горгани з їх найвищими точками – гори Лопушну (1 836 м) і Сивулю (1 818 м), Свидовець, Братківський хребет, долини Тисчори та струмка Турбат. Іншими вершинами Братківського хребта є Гропа, Руська і Чорна Клива. Гора Чорна Клива (1 719 м), хоч і поступається висотою Братківській, є чи не найкращою оглядовою точкою в околицях бази "Ясіня". З неї добре проглядаються Апшинецький та Свидовецький хребти, масив Горгани (включно з вершинами Довбушанка, Синяк і Хом'як).

Отже, дослідивши Рахівський район Карпатського регіону можна стверджувати, що даний регіон широко популярний серед туристів і є перспективним у розрізі розвитку туризму. Саме тому даний регіон обрано як об'єкт картографування під час створення веб-кари туристських маршрутів.

ВИСНОВКИ ДО II РОЗДІЛУ

Отже, у даному розділі розглянуто декілька доступних сервісів туристських маршрутів. Проведено аналіз веб-сайтів, а саме доступних функцій маршрутизації, якість та зрозумілість інтерфейсу користувачем, якість відображення даних, зручність до використання з метою побудови маршрутів в регіоні Карпат.

У процесі порівняльного аналізу веб-сайтів туристичних маршрутів розглянуто кілька критеріїв, таких як функціональність, інтерфейс користувача, наявність інформації, оновлення даних та загальний дизайн.

Таким чином описані веб-сайт переважно надають уже готові маршрути, за якими туристи повинні керуватися під час вибору своєї подорожі. Такі веб-сайти не пропонують сервіс маршрутизації, в якому користувач може обирати відповідно до власних потреб старт, фініш та проміжні зупинки.

Такі веб-сайти достатньо добре збагачені загальною інформацією про природу Українських Карпат, що дозволяє користувачам краще обирати маршрут своєї подорожі.

У результаті проведення дослідження Рахівського району Закарпатської області можна зробити висновки про його привабливість для туризму.

Рахівський район має вражаючу природу, що привертає увагу туристів. Його територія забезпечена річками, гірськими озерами та красивими лісами, що робить його привабливим для любителів активного відпочинку, таких як гірські лижі, велосипеди та піший туризм.

Також Рахівський район має розвинуту туристичну інфраструктуру, що включає готелі, готелі-ресторани, кемпінги та котеджі. Також є розвинута мережа ресторанів, кафе та інших закладів громадського харчування, що дозволяє туристам насолоджуватися місцевими стравами та культурою.

Саме тому Рахівський район доцільно обраний до прикладу, для якого буде створено веб-карту туристських маршрутів.

РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРАКТИЧНА РОЗРОБКА ВЕБ-КАРТИ ТУРИСТСЬКИХ МАРШРУТІВ РАХІВСЬКОГО РАЙОНУ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1. Функції, джерела отримання даних, розробка концепції карти

Метою експериментально-практичної частини є розробка веб-карти туристських маршрутів у програмному середовищі ArcGIS Enterprise. Проаналізувавши наявні веб-карти туристських маршрутів території Карпат, зроблено висновок, що більшість таких веб-карт не надають можливість побудувати користувачу власний маршрут, а лише надають готову відповідь, що, часом, не є запорукою вдалого рішення. Дана веб-карта націлена на використання власного сервісу маршрутизації.

Перед початком роботи, необхідно визначити основні вимоги до функцій майбутньої веб-карти. В рамках даної практичної роботи планується розробити веб-сайт для повноекранної версії, а також для мобільних пристроїв. На такому веб-сайті головну увагу зосереджуватиме на собі власне карта.

Карта міститиме шари адміністративного устрою Закарпатської області, межі територіальних громад Рахівського району, основні населені пункти. З точки зору зручності використання для користувача, варто додати можливість відображення гірських вершин на карті. Відповідно, для цієї задачі буде створено можливість зміни базової карти.

В перспективні дана веб-карта може бути збагачена різноманітною корисною інформацією за допомогою API. Наприклад, послуга прогнозу погоди, посилання на сервіс з пошуку місця проживання в тому чи іншому районі подорожі, посилання на статті про той чи інший туристичний об'єкт.

Оформлення інтерфейсу веб-карти повинно відповідати таким вимогам, за яких користувач отримає інтуїтивно зрозумілий, збагачений корисною інформацією додаток.

Вагому частку при підготовці займає пошук якісних даних для побудови сервісу маршрутизації. Для відображення полігональних та точкових об'єктів Рахівського району Закарпатської області доступне використання відкритих джерел даних ArcGIS Online або ж Living Atlas. Інше питання, яке потребує глибокого дослідження, є дані дорожньої мережі.

Надзвичайно корисним є ресурс інфраструктури просторової інформації в Європі – Europe Inspire. З розділу Inspire Geoportals можна отримати дані, зокрема дорожньої мережі, для будь-якої країни Європи. Проте дані для України відсутні [9].

Першими до розгляду є власне готова послуга маршрутизації, яку надає ArcGIS Online. Дана програма надає доступ до даних дорожньої мережі на територію України за класифікацією «живий трафік», тобто якість цих даних дозволяє побудувати якісний сервіс маршрутизації [10]. Проте задля побудови маршруту в ArcGIS Online використовуються кредити, перевищення ліміту яких вимагає сплати за кожне наступне використання послуги. Отже, даний варіант є безкоштовним до використання виключно у певних кількісних одиницях.

Іншим джерелом даних дорожньої мережі є дані OSM Highways for Europe [11]. Ці дані знаходяться в межах ArcGIS Online, але мають відкритий доступ будь-якому зареєстрованому користувачу. Такий шар надає доступ до автомагістралей, доріг і стежок Європи, зокрема і для території держави Україна. Дані оновлюються кожні п'ять хвилин [12].

Згадка про дані OSM, що розміщені в ArcGIS Online, є причиною подальшого успішного дослідження джерел відкритих даних дорожньої мережі. OSM – це проект у відкритому доступі, який націлений на збереження, розповсюдження, відображення, створення та редагування геопросторової інформації. Тому дані OSM знаходяться у відкритому доступі, зокрема і дані дорожньої мережі усього світу. Разом з тим є серйозне зауваження щодо наповненості таких даних. Дані дорожньої мережі, як й інших даних, можуть містити недостатньо багато атрибутивної інформації.

Наприклад, для деяких вулиць чи доріг можуть бути відсутні назви або ж відсутній бажаний атрибут в принципі, наприклад, інформація про дорожні знаки, повороти.

В рамках даного дослідження метою є отримання даних дорожньої мережі виключно на територію України. В Україні існує спільнота OSM, що займаються збагаченням даних карти OSM [13]. Дана платформа націлена швидше на редагування даних OSM, ніж на їх завантаження.

Завантажити дані OSM можна декількома способами.

Перший з них, це через Overpass API [14]. Користувач надсилає запит на необхідні йому ресурси та отримує їх у відповідь у певному форматі: GeoJSON, GPX, KML, необроблені дані OSM.

Зручною платформою для написання запитів та отримання відповідей є веб-інструмент фільтрації даних OSM – Overpass Turbo [15]. Через даний інструмент можна виконувати запити Overpass API та переглядати, аналізувати ці дані на карті. Також тут присутній помічник та довідник для полегшення створення запитів.

За схожим принципом запит можна виконати з програми Postman, вручну налаштувавши відповідні параметри. У випадку проблеми із налаштуванням таких параметрів, можна скористатися побудованим запитом в Overpass Turbo через «помічник», що значно легше дозволяє сконструювати запит. Далі зайти в налаштування та здійснити експорт запиту у відповідний формат виразів запиту: Overpass-XML, OverpassQL.

Одразу при спробі завантажити дані Рахівського району Закарпатської області через Overpass Turbo виникає попередження про велику кількість отриманих даних, що може призвести до ускладненої роботи браузера (додаток Б.1.).

Дані дорожньої мережі представлені точкою, лінією та полігоном. Це зумовлено особливостями внесення даних. При спробі переглянути дані в браузері, справді спостерігається сильна затримка під час оновлення даних в екстенті. При завантаженні цього масиву даних, виникає помилка. Веб-

інструмент не дозволяє завантажити великий обсяг даних за один раз. З боку сервера встановлено обмеження на завантаження певного обсягу даних.

Одним із кращих способів отримати дані OSM є запит через Postman. Проте дані надходять у форматі json, які ще потрібно підготувати до застосування в ArcGIS Pro.

Зробити це можна через плагіни, наприклад, OSMQuery [16]. Його потрібно завантажити та встановити. Відкрити його можна через ArcToolBox в ArcGIS Pro. Також є можливість налаштувати запуск даного інструменту в певний час з метою автоматизації процесу отримання даних дорожньої мережі.

Також в ArcGIS Pro існує інструмент Data Interoperability, за допомогою якого можна завантажувати дані різного формату даних. Зокрема таким чином можна швидко і легко імпортувати дані json або дані osm.pbf і користуватися отриманими даними OSM.

Проте жодним з вище описаних методів отримати дані дорожньої мережі Закарпатської області не вдається через перевищений ліміт обсягу даних. Існує ще один спосіб завантажити дані OSM – це сервери geofabrik [17]. Тут можна скачати дані виключно для території України у різному форматі [18]. Для побудови сервісу маршрутизації в даному випадку найкращим форматом отримання даних буде архів шейпів – shp.zip. Цей файл має невеликий обсяг, швидко оброблюється засобами ArcGIS Pro, а також містить достатньо атрибутивної інформації про дорожню мережу України.

Проте отримані дані з цього архіву ще не готові до використання та побудови якісного мережевого набору даних. Наприклад, для зручності варто класифікувати атрибут одностороннього руху: змінити вихідні дані на F (напрямок from-to, прямий), T (напрямок to-from, тобто зворотній) та B (рух дозволено в обох напрямках). Також для зручності здійснено класифікацію класу доріг: їхні типи, наприклад, «магістраль», «первинна», «вторинна», «житлові» змінено числовим значенням. Така класифікація є зручною для майбутнього параметру ієрархії доріг.

Також здійснено встановлення наближеного обмеження швидкості доріг відповідного до їхнього класу. Такий параметр допоможе краще описати мережевий набір даних. У даному сервісі маршрутизації буде передбачено режим подорожі не тільки для пішохода, а й для автомобіля.

Також обчислено час, за який при заданій швидкості відбуватиметься переміщення вздовж конкретного відрізка. За цей атрибут відповідає поле «Time» і виражається в км/год. Наразі набір даних дорожньої мережі готовий до подальшого використання (додаток Б.2.).

Нижче подано таблицю з обробленими даними ієрархії OSM:

Таблиця 3.1.

Оброблені дані ієрархії дорожньої мережі OSM

Ранг	Клас	Тип	Обмеження швидкості	Опис
I	1	motorway motorway_link trunk trunk_link	90 км/год	Первинні: головні шосе.
	2	primary primary_link secondary secondary_link	70 км/год	Вторинні: головні і важливі дороги.
	3	tertiary tertiary_link unclassified	70 км/год	Третинні дороги.
II	4	residential service	50 км/год	Дороги, що ведуть до будинків (як-от вулиці з приватними будинками). Для під'їзних доріг, в автопарках, на

				підприємствах, під'їзди до будинків.
III	5	living_street	20 км/год	Житлові вулиці, для пішоходів.
	6	track track_grade(1-5)	50 км/год	Дороги переважно для сільськогосподарського призначення.
	7	unknown	50 км/год	Не розпізнані класи доріг.
	8	cycleway	20 км/год	Велосипедні доріжки.
	9	Pedestrian Footway Bridleway Steps path	20 км/год	Дороги для пішоходів, стежки, стежини для коней, сходи, путівці.

3.2. Розробка сервісу маршрутизації: створення мережевого набору даних

Побудова сервісу маршрутизації розпочинається із завантаження шейп-файлів в ArcGIS Pro. Дані дорожньої мережі вже оброблені і готові до використання. За допомогою інструменту створення мережевого набору даних («Create network dataset») запускаємо процес. Створюється окремий файл в робочій папці. Надалі налаштування сервісу полягає у встановленні параметрів та дозволів (додаток Б.3.).

На вкладці «Загальні» наразі бачимо, що набір даних не містить жодних об'єктів. Це правильно, адже він ще не побудований і не розпізнає дорожню мережу як систему.

Перше налаштування – це встановлення обчислення часу та відстані. На вкладці «Атрибути подорожі» у розділі «Вартості» уже існує параметр відстані. Він не потребує редагування. Додатково створюємо новий атрибут

часу, який буде обчислювати час проходження кожного відрізка. Для цього в обробленому наборі даних міститься поле «Time». У поле «Edges» прописуємо значення за допомогою виразу python: «!Time!».

Надалі потрібно прописати ряд заборон, наприклад, заборону рухатись дорогою з одностороннім напрямом. На вкладці «Заборони» створюємо новий параметр «Oneway». Тип обмеження ребра повинен дорівнювати «script», тобто сценарій. За допомогою python прописуємо функцію SetOneway(!oneway!). Логіка скрипту дуже проста: якщо поле містить атрибут TF, T, то будувати маршрут у цьому напрямі заборонено. Це налаштування відповідає за напрям прямий. Для зворотнього напрямку скрипт такий самий тільки з визначеними атрибутами як F, FT.

Щоб сервіс маршрутизації будував маршрути відповідно до реальної поведінки водіїв, його потрібно навчити надавати перевагу первинним, головним дорогам і повністю уникати тротуари, велосипедні смуги або смуги для громадського транспорту.

Для налаштування цього параметру існує окремий розділ «Ієрархія» (додаток Б.4.). У ньому налаштувати значення рангів легко, адже наявних набір даних вже містить підготовлені дані. Отже, визначаємо головні дороги – класу 1,2 відповідно до набору даних, другорядні дороги – 3 клас, та все, що більше 4 – це локальні дороги.

На цьому етапі налаштування ієрархії не закінчується. У розділі «Заборони» встановлюємо ряд умов, за якими таким дорогам, як первинні, другорядні та третинні буде надаватись вищий пріоритет при побудові маршруту. Для велосипедних смуг та доріг для пішоходів встановлено заборону на використання (додаток Б.5.).

Варто зауважити, що ці обмеження або заборони ще не діють на мережевий набір даних. Вкладка «Режим подорожі» дозволяє створити декілька умов пересування, наприклад, за якими правилами буде рухатись автомобіль, вантажний автомобіль, велосипедист або пішохід.

У даному мережевому наборі даних буде створено три режими подорожі: «driving car time», «driving car distance», «pedestrian».

Режим «driving car time» використовує за основу обчислення за часом. Тобто при побудові маршруту у цьому режимі, розрахунок маршруту буде проведено за часом з метою пошуку шляху, що займе найменше одиниці часу (додаток Б.6.).

Режим «driving car distance» працює за тим самим принципом, але основу розрахунку використовує відстань, отже, шукає найкоротший шлях від старту до фінішу.

Режим «pedestrian» використовуватиметься для пішоходів і основою розрахунку буде обрано дистанцію.

Завершальні пункти у налаштуванні мережевого набору даних належать також вкладці «Режим подорожі». Для кожного режиму необхідно активувати параметри ієрархії, а також налаштувати повороти, як «dead-ends and intersections» - тупикові та перетини.

Також важливим параметром налаштування даних дорожньої мережі OSM – це вибір типу зв'язків між полілініями. На вкладці «group connectivity» потрібно обрати тип зв'язків «будь-які вузли». Без цього параметру мережевий набір даних не зможе побудувати маршрут.

Також у налаштуваннях мережевого набору даних існує розділ «Напрями», який відповідає за те, якою мовою і які атрибути будуть використані при створенні вказівок руху побудованого маршруту. Усі поля в обробленому наборі даних підготовлені. Тому активуємо опцію підтримки напрямів і встановлюємо мережеві атрибути часу та відстані. Решту інформації залишаємо порожньою у зв'язку з відсутністю додаткових корисних атрибутів, наприклад, атрибути дорожніх знаків.

У підрозділі «Field Mapping» присутні назви, яким надається перевага при відображенні. Там встановлюємо повне ім'я вулиці та мову, які будуть використовуватись при вказівках напрямку руху.

На даному етапі налаштування мережевого набору даних на основі даних дорожньої мережі OSM готово. Правою кнопкою миші потрібно натиснути на мережевий набір даних у каталозі та побудувати його. Запуститься процес обробки даних.

Після успішної побудови, набір даних з'явиться у змісті та відобразиться на карті. На вкладці «Аналіз» необхідно обрати інструмент «Мережевий аналітик» та обрати «Маршрут», як тип задачі до обчислення. У змісті з'явиться шар маршруту, який складається з зупинок, лінії маршруту, точкового, лінійного та полігонального бар'єру.

Можна перевірити, чи будується маршрут успішно на даному етапі. На вкладці «Шар маршруту» необхідно перейти в режим редагування, встановити довільні точки на карті, обрати бажаний режим подорожі і запустити інструмент. У випадку успішного налаштування мережевого набору даних, маршрут побудується між встановленими точками, а також прокладе шлях відповідно до реальної моделі водіння.

Наступним кроком є публікація сервісу маршрутизації на сервер. У розділі «Поділитися» потрібно натиснути «Опублікувати веб-шар». У відкритому меню вказати бажану назву шару, за бажанням додати його опис. Важливо обрати спосіб публікації такого сервісу. В даному випадку буде використано шар «зображення карти» («map image») з можливою мережевого аналізу. На вкладці «Налаштування» потрібно активувати можливість мережевого аналізу. У відповідності до налаштування середовища ArcGIS Enterprise, обрати сервер, на якому буде розміщено шар маршруту разом з мережевим аналітиком. Після встановлення налаштувань, можна проаналізувати наявних сервіс та опублікувати.

Окрім налаштувань мережевого набору даних в ArcGIS Pro, існує можливість налаштування сервісу на ArcGIS Server, зокрема щодо кількості встановлення зупинок на маршруті користувачем.

3.2. Розробка веб-карти в додатках Map Viewer та Experience Builder Developer edition

Після того, як сервіс маршрутизації був опублікований на сервер, він з'являється у відповідній папці на ArcGIS Portal, як два окремих шар: картографічна служба та шар мережевого аналізу.

Перед використанням такого власного інструменту, в налаштуваннях ArcGIS Portal потрібно вказати, який саме інструмент йому потрібно використовувати для побудови напрямів. Для цього у власному акаунті ArcGIS Portal необхідно зайти в розділ налаштувань організації, знайти розділ «Utility services» – послуги – та знайти опцію «Напрями та маршрутизація». У відповідному рядку потрібно вказати посилання на сервер, де розташовано шар мережевого аналізу та зберегти налаштування.

Наразі власно розроблений сервіс маршрутизації доступний до використання в усіх додатках ArcGIS Portal.

Створення веб-сайту сервісу маршрутизації туристських маршрутів розпочнеться із налаштування карти в додатку ArcGIS Portal Map Viewer. На базову карту додано шар адміністративного устрою Рахівського району. Налаштовано його відображення.

Наступним етапом є створення проекту в додатку Experience Builder Developer Edition. Для створення опції побудови маршруту використовується саме версія для розробників, адже у ній присутній віджет налаштування сервісу маршрутизації та напрямів. У даній роботі використовується ArcGIS Enterprise версії 10.9.1, тому віджет напрямів ще відсутній у додатку Experience builder на ArcGIS Portal.

Для того, щоб дана програма була доступна до використання, потрібно встановити на локальний комп'ютер node.js та розгорнути за допомогою нього локальний сервер та клієнт. Це можна зробити двома командами через командний рядок windows. Також щоб надати ArcGIS Portal можливість працювати з локальною версією Experience Builder, потрібно надати дозвіл на використання додатка. Для цього потрібно у власному акаунті створити

новий порожній додаток, в ньому прописати стандартну адресу, за якою буде звертатись Experience Builder Developer edition на ArcGIS Portal. Перейшовши за цією адресою у вікні браузера, достатньо ввести код з ArcGIS Portal для цього додатку.

Запустивши Experience Builder потрібно створити новий проект, обрати шаблон (чиста порожня сторінка буде найкращим варіантом). На порожньому шаблоні потрібно розмістити віджет карти та віджет напрямів. Вказати джерело карти, наприклад, подати базову карту OSM або Google Maps. Це залежить від того, які базові карти доступні в організації ArcGIS Portal.

Віджет «Напрями» є інтерактивним інструментом додатку, який дозволяє користувачу задавати початкову та кінцеву точки маршруту. Буде маршрут, а також дозволяє покроково слідувати за ним, враховуючи повороти, назви вулиць, враховує час та відстань при обчисленні маршруту.

За допомогою даного віджета буде відображено напрям на карті, включаючи детальні покрокові інструкції.

Віджет «Напрями» в Experience Builder підтримує можливість використання різних джерел даних, таких як векторні шари, сервіси картографії, або локальні файли, для відображення напрямків на карті.

Також потрібно вказати джерело інструменту маршрутизації, з яким буде працювати програма. Це те саме посилання на шар маршруту, що знаходиться на сервері.

Уся робота в Experience Builder здійснюється з використанням віджетів. Таким чином у віджеті «Напрями» присутні такі налаштування, як джерело інструменту маршрутизації, а також джерело локатора. В даній роботі використано локатор ArcGIS World Geocoding Service, який доступний в рамках ліцензії ArcGIS Enterprise.

Завдяки віджету «карта» та «напрями» побудовано готовий веб-сайт, на якому користувач задає початкову та кінцеву точку маршруту та має можливість переглядати його напрями (додаток Б.7).

Враховуючи користувацький досвід, а саме використання веб-карти туристських маршрутів у польових умовах, варто розробити мобільну версію такого веб-сайту. Завдяки особливостям Experience Builder, адаптація під інші розширення відбувається легко та дозволяє розробити якісні додатки для всіх типів пристрою. Таким чином дана веб-карта також доступна для користувачів, що користуються мобільними пристроями (*додаток Б.8.*).

Додаткових налаштувань такий веб-сайт не потребує, окрім публікації проекту та дозвіл на користування певному колу осіб. Для публікації проекту з версії розробника даний проект потрібно опублікувати. Після цього він стане доступний до завантаження. В головному меню потрібно завантажити даний проект у форматі архіву zip. Надалі потрібен акаунт із повноваженнями адміністратора. Така особа завантажить архів проекту на ArcGIS Portal і водночас розмістить його на сервері. На ArcGIS Portal додаток можна віднайти у змісті і в налаштуваннях надати загальний доступ.

Безумовно, будь-який продукт має свої сильні та слабкі сторони. Дана веб-карта, по-перше, відкрита до удосконалення та постійного покращення, збагачення різноманітними тематичними даними, наприклад, інформацією про географічні об'єкти, яка була би корисна користувачам; даними прогнозу погоди на місцевості; інформацією про події на місцевості, цікаві об'єкти або небезпечні місця. Таку інформацію можна вивести та оформити у зручному інтерфейсі за допомогою API.

ВИСНОВКИ ДО ІІІ РОЗДІЛУ

У даному розділі детально розглянуто та вивчено питання пошуку та підготовки даних дорожньої мережі для використання у сервісі маршрутизації. Підготовка даних OpenStreetMap до використання в мережевому наборі даних ArcGIS Pro є довгим та складним процесом, що вимагає ретельної підготовки даних та їх обробки.

Першим кроком є пошук та завантаження необхідних даних з OpenStreetMap. Для цього можна використовувати інструменти, такі як Overpass Turbo або Geofabrik, що надають доступ до даних OpenStreetMap у різних форматах, включаючи XML та GeoJSON.

Після завантаження даних потрібно їх обробити. Один з підходів до цього - перетворення даних у формат, що підходить для використання в ArcGIS Pro. Для цього можна використовувати плагіни, які дозволяють перетворювати файли у різних форматах.

Після підготовки даних можна розпочати їх імпорт в ArcGIS Pro. Для цього можна використовувати різні інструменти, такі як ArcGIS Data Interoperability Extension або ArcGIS API for Python. Важливо пам'ятати, що обробка великих обсягів даних може займати багато часу та ресурсів комп'ютера, тому слід бути готовим до цього.

Також у даному розділі проведено практично-експериментальну розробку веб-карти туристських маршрутів Рахівського району Закарпатської області. Створено мережевий набір даних на основі даних дорожньої мережі OSM. Налаштовано відповідні параметри, разом з тим глибоко досліджено особливості створення мережевого набору даних в ArcGIS Pro.

Після успішної побудови такої мережі, опубліковано шар маршруту на ArcGIS Server, внаслідок чого отримано інструмент маршрутизації в межах ArcGIS Portal.

Налаштовано веб-карту такими додатками, як Map Viewer та Experience Builder Developer Edition.

ВИСНОВКИ

У випускній кваліфікаційній роботі магістра розглянуто та досліджено особливості створення веб-карти туристських маршрутів (на прикладі Рахівського району Закарпатської області).

Розглянуто теоретичні аспекти створення веб-карт, розглянуто визначення вчених-картографів, внаслідок чого узагальнено, що веб-карта – це інтерактивна карта, яка доступна через Інтернет та містить географічні дані, що відображаються на карті. Визначено переваги використання веб-карт.

Окремо вивчено та детально досліджено джерела відкритих даних дорожньої мережі, що використовуються у створеному сервісі маршрутизації. Внаслідок вичерпного пошуку джерел такої інформації, визначено найкращий ресурс даних – OpenStreetMap. Досліджено способи завантаження даних, описано особливості процесу отримання великого масиву даних. Окремо також розглянуто питання підготовки таких даних до використання під час мережевого аналізу. Підготовка даних є однією з найважливіших стадій в побудові мережевого набору даних. Вона включає в себе пошук та збір даних, перевірку їх якості та придатності для подальшої обробки, конвертацію до необхідного формату, аналіз та обробку даних.

У результаті роботи над практично-експериментальною частиною досліджено особливості налаштування параметрів мережевого набору даних в ArcGIS Pro. Таким чином визначено основні параметри налаштувань: режим подорожі, заборони, ієрархія, зв'язки між вузлами мережі.

Побудова мережевого набору даних та публікація їх на сервер є важливими етапами у процесі розробки веб-карти. Після побудови мережевого набору даних, їх можна публікувати на сервері для подальшого використання. Для цього використано сервер ArcGIS Enterprise. Сервіс опубліковано на сервер як картографічну службу з можливістю мережевого аналізу. Внаслідок налаштувань ArcGIS Portal надано доступ до інструменту побудови напрямів для усіх додатків.

Веб-карту розроблено із залученням таких додатків ArcGIS Portal, як Map Viewer та Experience Builder Developer Edition. Описано особливості роботи з даними додатками. В результаті виконання практичної частини досліджено та опановано основні інструменти ArcGIS Portal та його головних додатків.

Практично-експериментальна розробка веб-карти туристських маршрутів на прикладі Рахівського району Закарпатської області успішно завершена. В результаті такої розробки на веб-карті представлена можливість будувати маршрути та переглядати їх напрями. Такий сервіс відкритий до удосконалення засобами API, зокрема задля створення сервісу погоди, оренди житла в даному регіону, послуг експедицій, розваг та оздоровлення.

Отже, у даній роботі досліджено теоретичні аспекти створення веб-карт, основні методи їх розробки. Описано та досліджено технологію ArcGIS Enterprise. Можливості такого програмного забезпечення надзвичайно широкі і потребують глибокого, тривалого дослідження. Використання ArcGIS Enterprise для вирішення задач в ГІС є потужним інструментом.

У даному дослідженні здійснено порівняльну характеристику наявних веб-карт туристських маршрутів, визначено їх переваги та недоліки. Досліджено Рахівський район Закарпатської області як об'єкт картографування, внаслідок чого зроблено висновок щодо туристичної привабливості даного регіону.

Практично-експериментальна частина роботи проведена в середовищі ArcGIS Enterprise з використанням таких додатків, як ArcGIS Pro, Map Viewer, Experience Builder Developer edition. Проведено глибокий аналіз відкритих джерел даних дорожньої мережі. Оброблено дані OSM, що використовуються в даному мережевому наборі даних. Створено додаток в Experience Builder, який дозволяє користувачу будувати маршрути як в повноекранному режимі на персональному комп'ютері, так і в мобільному додатку.

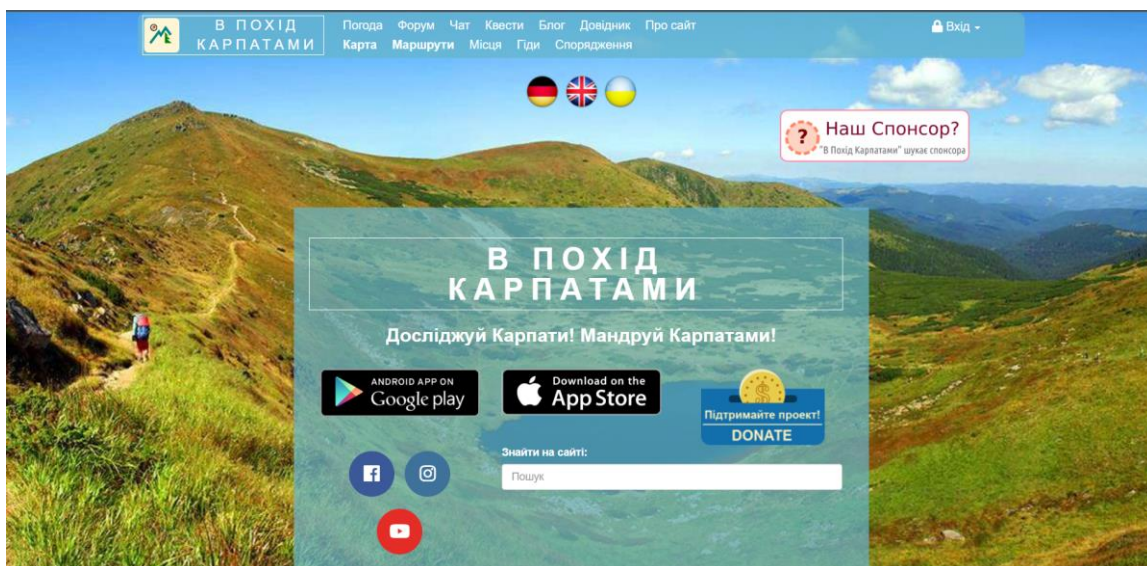
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://developers.google.com/maps/documentation> [Електронний ресурс]. – Режим доступу
2. ArcGIS Online Basics: <https://www.esri.com/training/catalog/57630434851d31e02a43ef9a/arcgis-online-basics/>
3. Getting Started with ArcGIS Online: <https://www.esri.com/training/catalog/57630435851d31e02a43efc8/getting-started-with-arcgis-online/>
4. Sharing GIS Content Using ArcGIS Online: <https://www.esri.com/training/catalog/57630438851d31e02a43f00f/sharing-gis-content-using-arcgis-online/>
5. <https://vpohid.com.ua/map/>
6. <https://karpaty.rocks/>
7. Рахівський район: природа, населення, господарство : навч.-метод. посіб. із професійно орієнтованої практики / С. П. Запотоцький, Ю С. Брайчевський, О. О. Галаган та ін. ; за ред. Я. Б. Олійника. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. – 254 с.
8. Рахівщина гірська [Електронний ресурс] https://pidruchniki.com/1719051241434/logistika/klasifikatsiya_turistichnih_mars_hrutiv
9. <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/overview.html?view=themeOverview&theme=tn>
10. <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=b7a893e8e1e04311bd925ea25cb8d7c7>
11. <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=898b1393e5764825b6148730f8becdd5>
12. <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=898b1393e5764825b6148730f8becdd5>

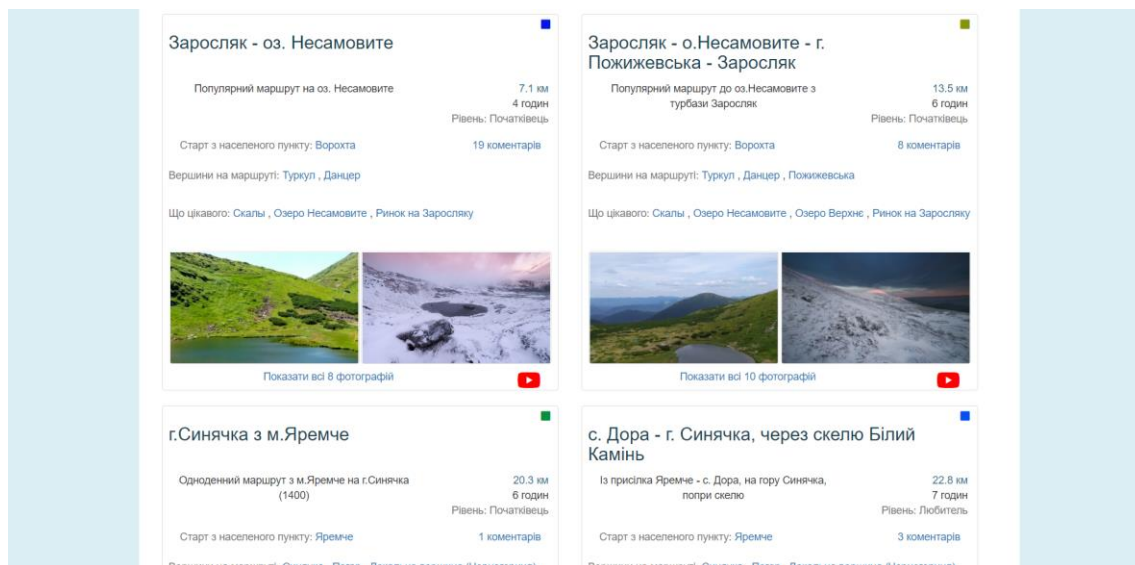
13. <https://openstreetmap.org.ua/>
14. https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass_API
15. <https://overpass-turbo.eu/>].
16. <https://github.com/riccardoklinger/OSMquery>
17. <https://download.geofabrik.de/>].
18. <https://download.geofabrik.de/europe/ukraine.html>

ДОДАТКИ


Додаток А.1.



Додаток А.2.



Додаток А.3.



Полонина Боржава з Воловця в Пилипець

Ододенний похід на пол. Боржава Я пройшов цей маршрут

Вихід з: Воловець - Фініш в: Пилипець 23.0 км
7 годин
Рівень: Початковець

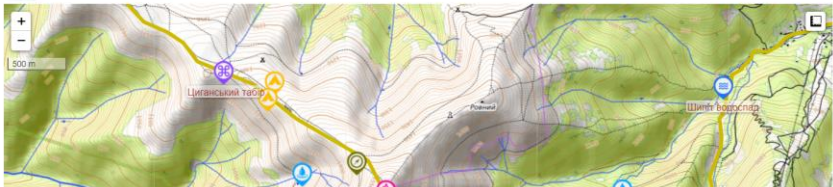
Вершини на маршруті: Великий Верх , Гемба , Мала Гімба , Плай , Плайк , Какоець Корисні посилання


- Про полонину Боржава на Gorgany PRO

Цікаве на маршруті: Озеро на полонині Боржава , Гарне сильне джерело 6.10.22 , Циганський табір , Шиліт водоспад

Прогноз погоди в населених пунктах в районі маршруту:

- Селище міського типу Воловець
- Село Пилипець





Додаток А.4.

← Назад до карти
Водний об'єкт

Озеро на полонині Боржава

Я був тут! Додати в історію

Невелике за площею озеро. Восени виглядає як заболочена ділянка.

У 2021 році цього озера вже немає. Якщо не відноситься, то видалимо його з карти

Висота над рівнем моря 1411 м

Маршрути сюди:

- Полонина Боржава з Воловця в Пилипець
- Прогулянка по Боржаві: Пилипець - Великий Верх - Гімба
- Гора Стій з Пилипця
- Перехід через Боржаву: Свалява - Пилипець
- Вся Боржава. Кількаденний похід

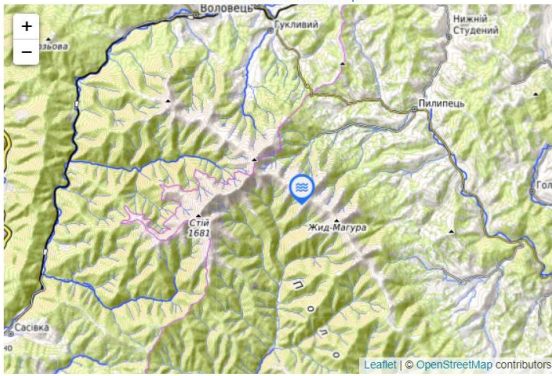
Найближчі населені пункти:

- Подобовець (4.9 км)
- Пилипець (5.3 км)
- Гукливий (8.1 км)

Прогноз погоди для сусідніх населених пунктів:

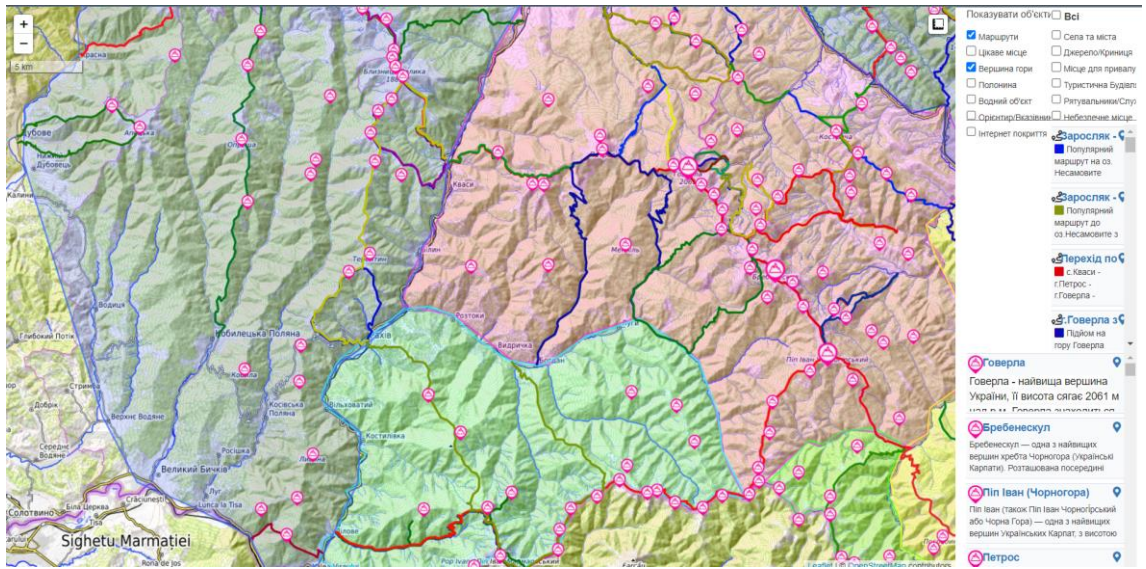
- Село Пилипець • Селище міського типу Воловець • Село Сасівка

Показати на загальній карті

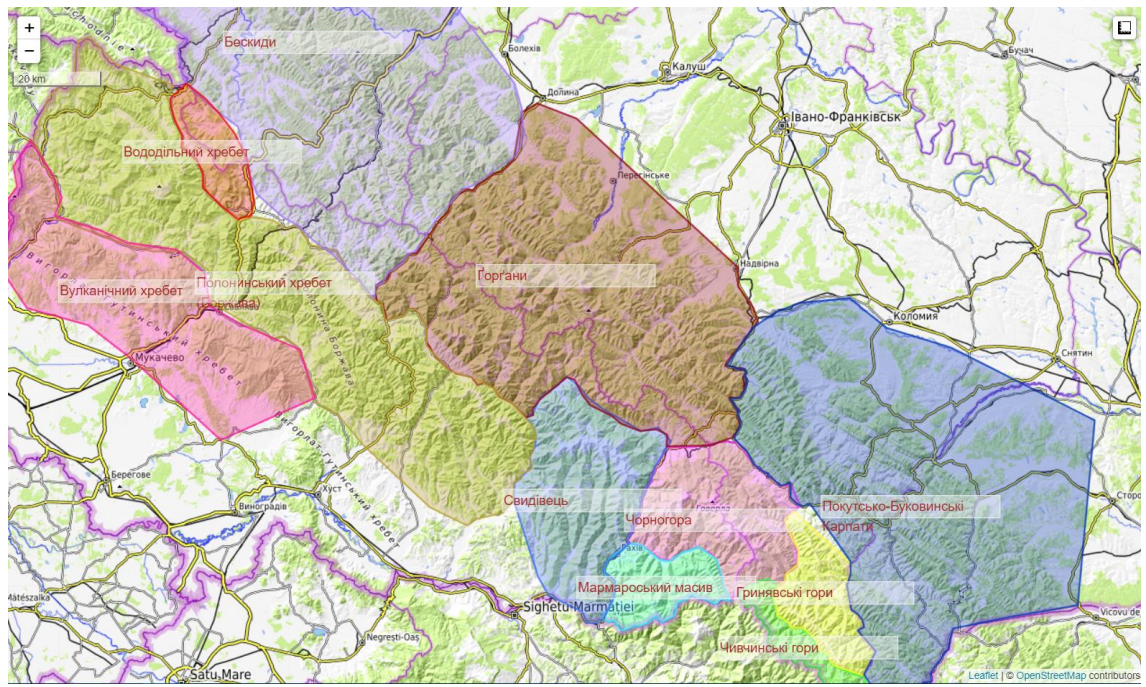


Leaflet | © OpenStreetMap contributors

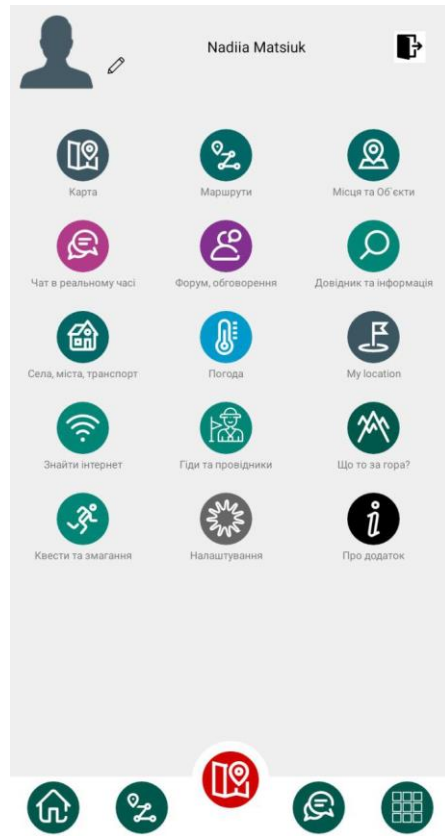
Додаток А.5.



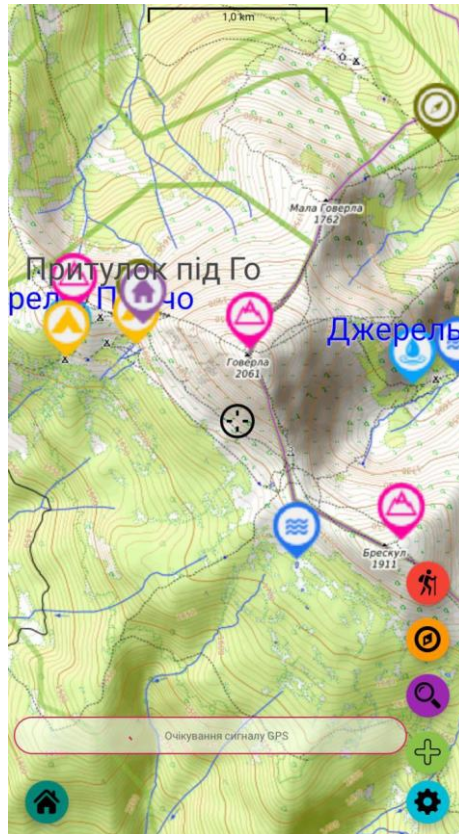
Додаток А.6.



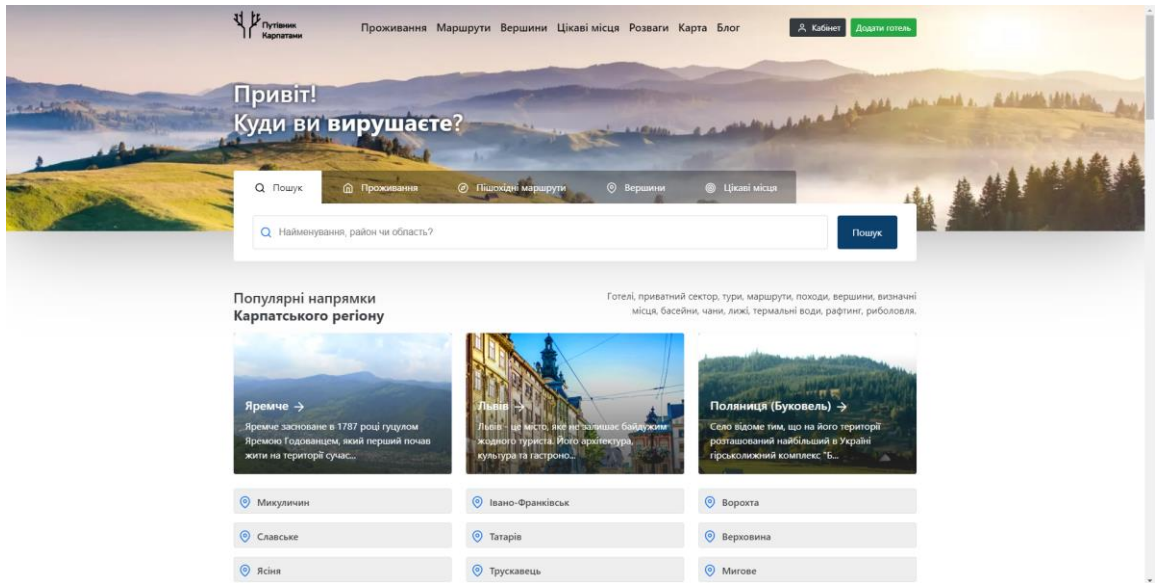
Додаток А.7.



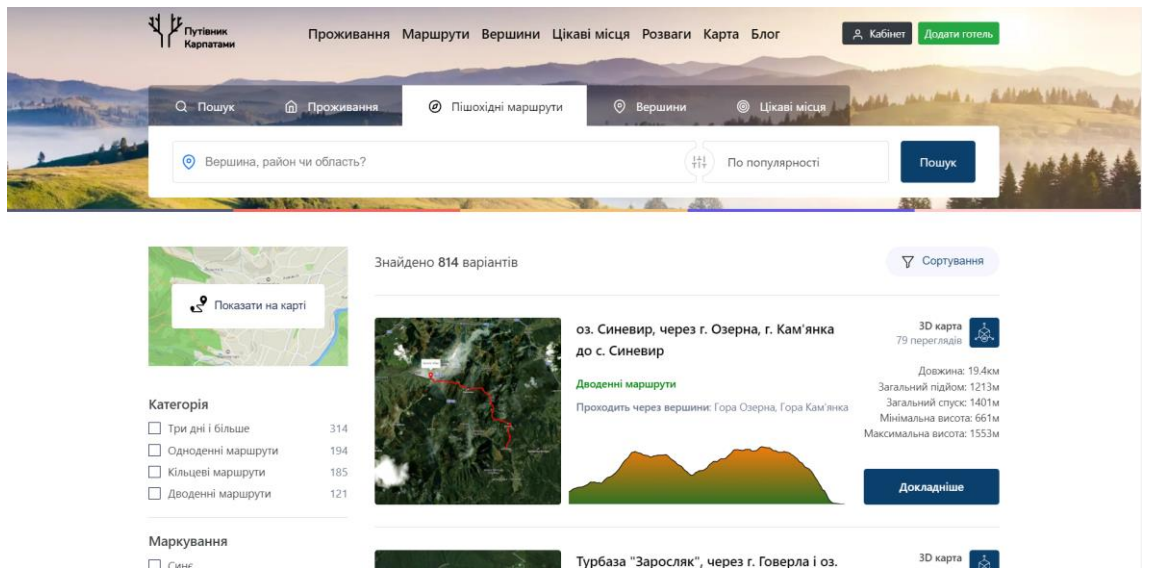
Додаток А.8.



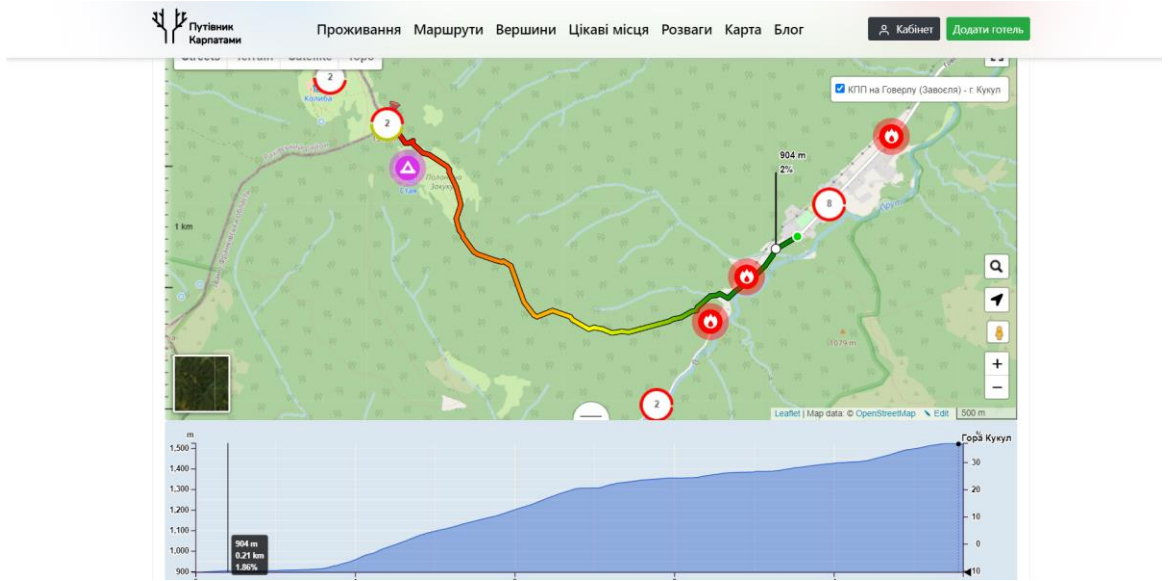
Додаток А.9.



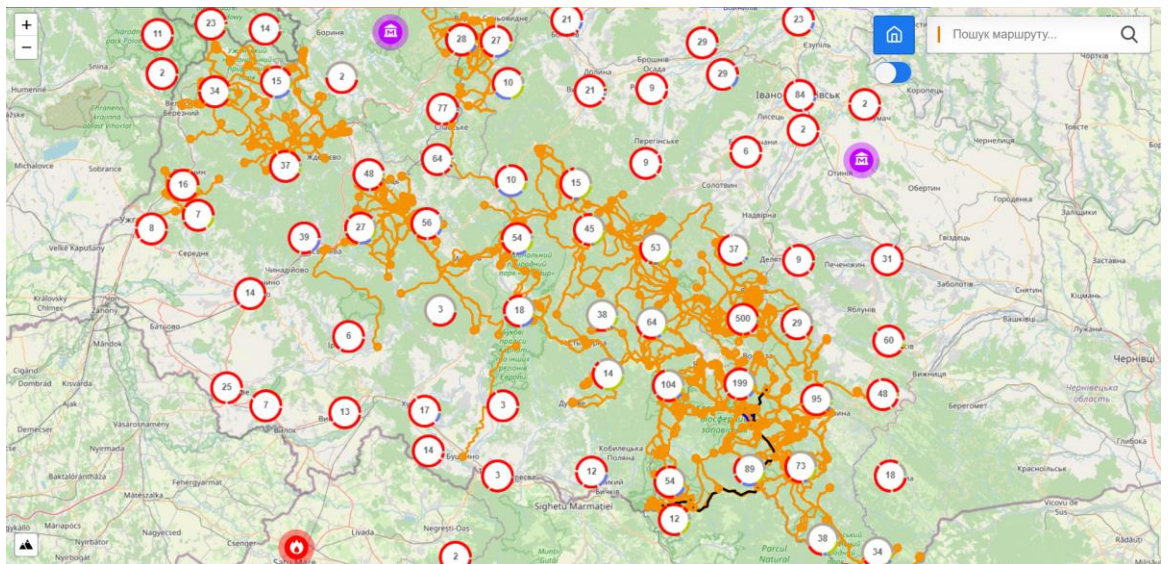
Додаток А.10.



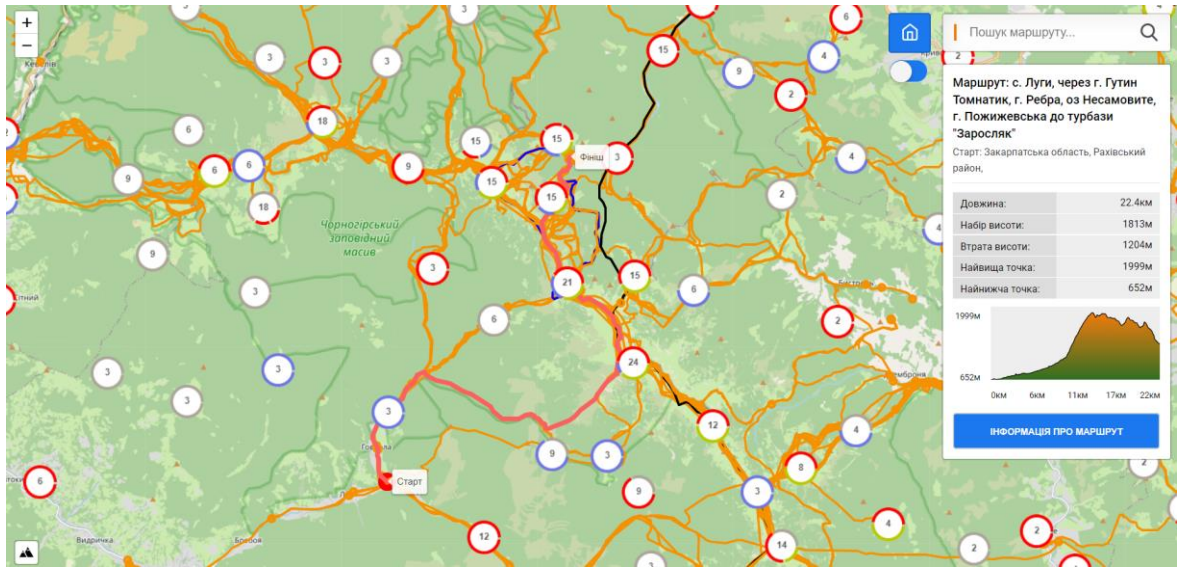
Додаток А.11.



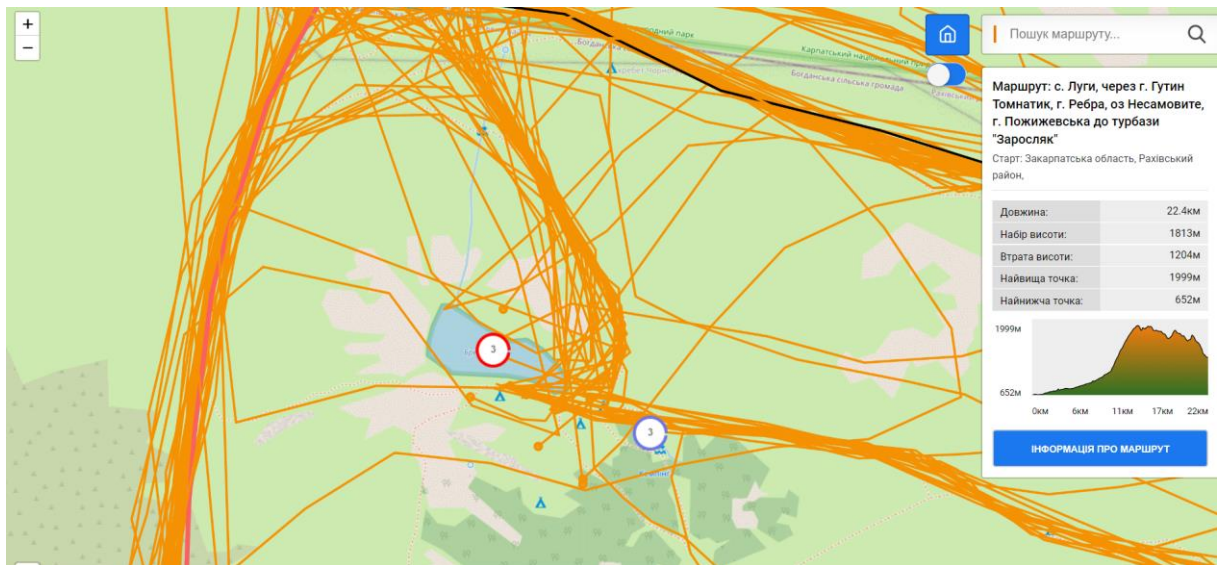
Додаток А.12.



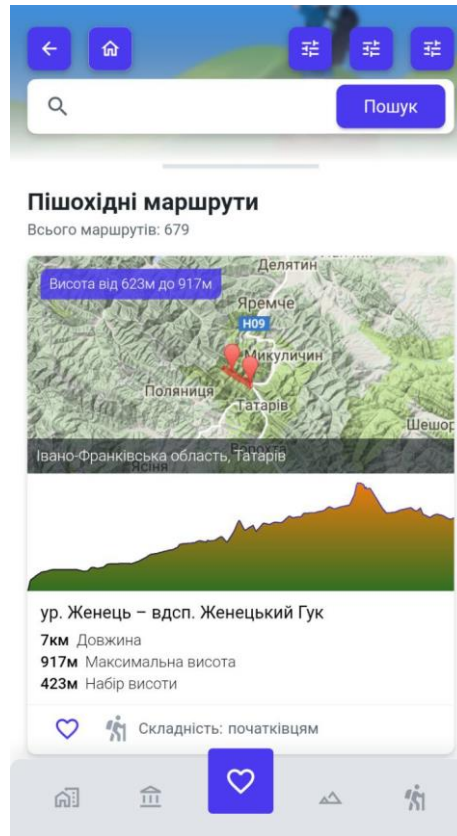
Додаток А.13.



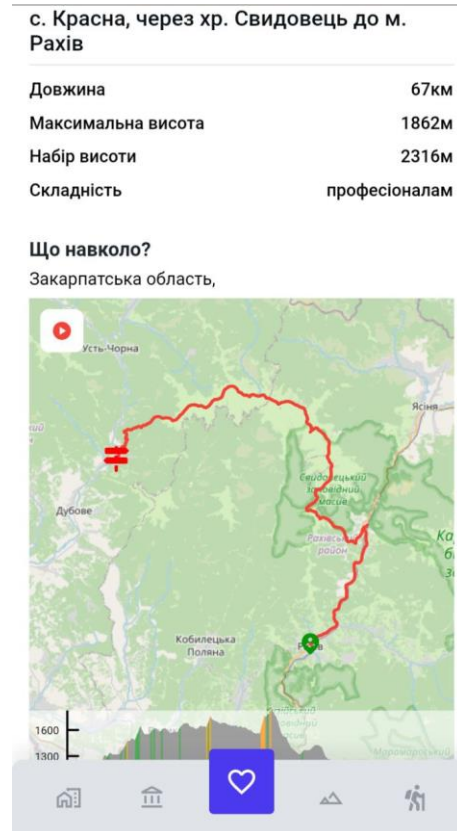
Додаток А.14.



Додаток А.15.



Додаток А.16.



Додаток Б.1.

```

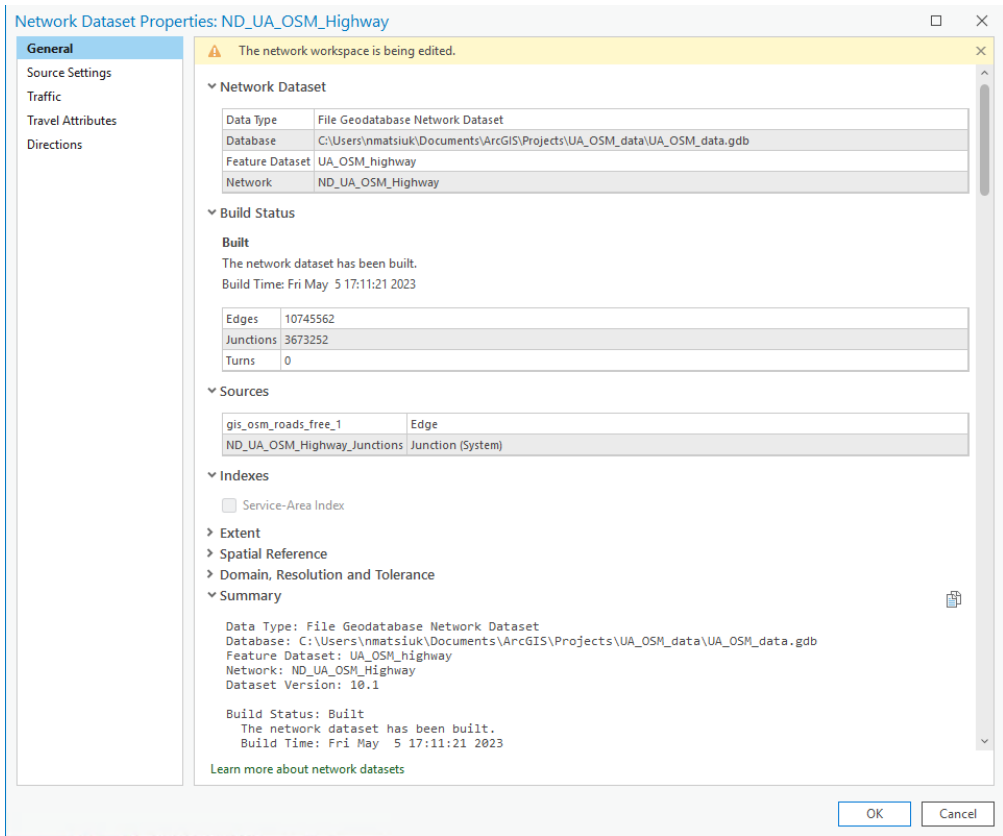
1 /*
2 This has been generated by the overpass-
3 turbo wizard.
4 The original search was:
5 "highway=* in Zakarpattia"
6 */
7 [out:json][timeout:25];
8 // fetch area "Zakarpattia" to search in
9 (([geocode:area:Zakarpattia])>).searchArea;
10 // gather results
11 (
12 // query part for: "highway=*"
13 node["highway"](area.searchArea);
14 way["highway"](area.searchArea);
15 relation["highway"](area.searchArea);
16 );
17 // print results
18 out body;
19 >;
20 out skel qt;

```

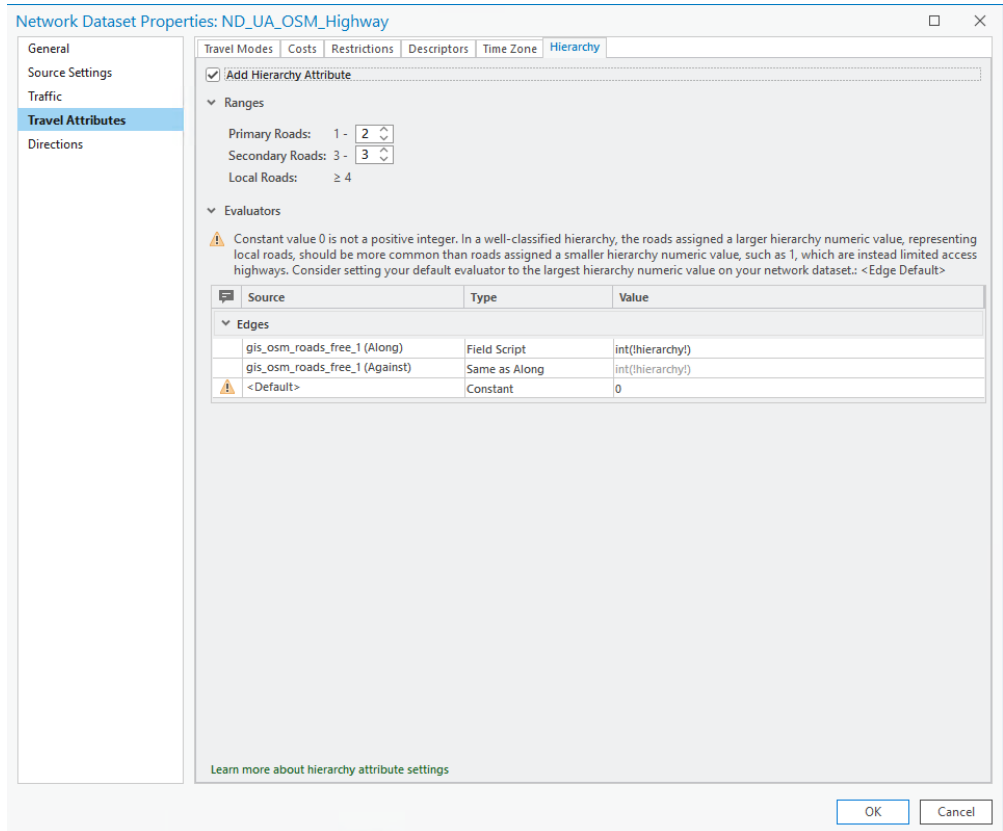
Додаток Б.2.

OBJEKTID	Shape	osm_id	code	fclass	name	ref	oneway	maxspeed	layer	bridge	tunnel	Shape_Length	FUNC_CLASS	Time	speed_all	hierarchy	speed	language
1	Polyline	4319972	5122	residential	Володимирська вулиця	B		50	0	F	F	130,80111	3	0,156961	50	4	50	ua
2	Polyline	4319974	5113	primary	Набережно-Хрещати...	F		50	0	F	F	382,744878	2	0,328067	50	2	70	ua
3	Polyline	4327781	5115	tertiary	вулиця Ревуцького	F		0	0	F	F	578,975451	2	0,496265	70	3	70	ua
4	Polyline	4327811	5114	secondary	Зої Гайдай вулиця	F		50	0	F	F	125,008969	2	0,107151	50	2	70	ua
5	Polyline	4327812	5114	secondary	Йорданська вулиця	F		50	0	F	F	92,211344	2	0,079038	50	2	70	ua
6	Polyline	4327816	5122	residential	Оболонський просп...	F		50	0	F	F	67,806794	3	0,081368	50	4	50	ua
7	Polyline	4327817	5114	secondary	вулиця Героїв полку...	F		50	0	F	F	334,30501	2	0,286547	50	2	70	ua
8	Polyline	4335311	5122	residential	Мала Житомирська в...	F		40	0	F	F	621,524764	3	0,74583	40	4	50	ua
9	Polyline	4335942	5112	trunk	Південний міст	F		50	1	T	F	1473,315869	1	0,982211	50	1	90	ua
10	Polyline	4336149	5113	primary	Набережне шосе	F		50	0	F	F	304,386313	2	0,260903	50	2	70	ua
11	Polyline	4336290	5122	residential	Контрактова площа	F		50	0	F	F	132,360958	3	0,158833	50	4	50	ua
12	Polyline	4336291	5122	residential	Турієська вулиця	F		50	0	F	F	1118,106864	3	1,341728	50	4	50	ua
13	Polyline	4336295	5122	residential	Юрківська вулиця	B		50	0	F	F	874,645166	3	1,049574	50	4	50	ua
14	Polyline	4336296	5122	residential	Оболонська вулиця	B		50	0	F	F	1372,878829	3	1,647455	50	4	50	ua
15	Polyline	4336297	5122	residential	Введенська вулиця	B		50	0	F	F	1143,13313	3	1,371176	50	4	50	ua
16	Polyline	4336299	5122	residential	Щекавицька вулиця	B		50	0	F	F	109,008688	3	0,13081	50	4	50	ua
17	Polyline	4336301	5122	residential	вулиця Хорива	F		50	0	F	F	270,005712	3	0,324007	50	4	50	ua
18	Polyline	4352880	5122	residential	Рильський провулок	F		50	0	F	F	343,143736	3	0,411772	50	4	50	ua
19	Polyline	4352885	5122	residential	Малопідвальна вулиця	B		0	0	F	F	407,297052	3	0,488756	50	4	50	ua
20	Polyline	4352886	5122	residential	провулок Тараса Шев...	B		0	0	F	F	206,743502	3	0,248092	50	4	50	ua
21	Polyline	4352888	5122	residential	Володимирський пр...	B		50	0	F	F	94,97762	3	0,113973	50	4	50	ua
22	Polyline	4352893	5114	secondary	вулиця Верхній Вал	F		50	0	F	F	27,186731	2	0,023303	50	2	70	ua
23	Polyline	4352895	5122	residential	Ярославський провул...	B		50	0	F	F	238,198683	3	0,285838	50	4	50	ua
24	Polyline	4352898	5122	residential	Костельна вулиця	B		0	0	F	F	46,910695	3	0,056293	50	4	50	ua
25	Polyline	4352903	5122	residential	Круглоуніверситетськ...	B		50	0	F	F	179,095965	3	0,214915	50	4	50	ua

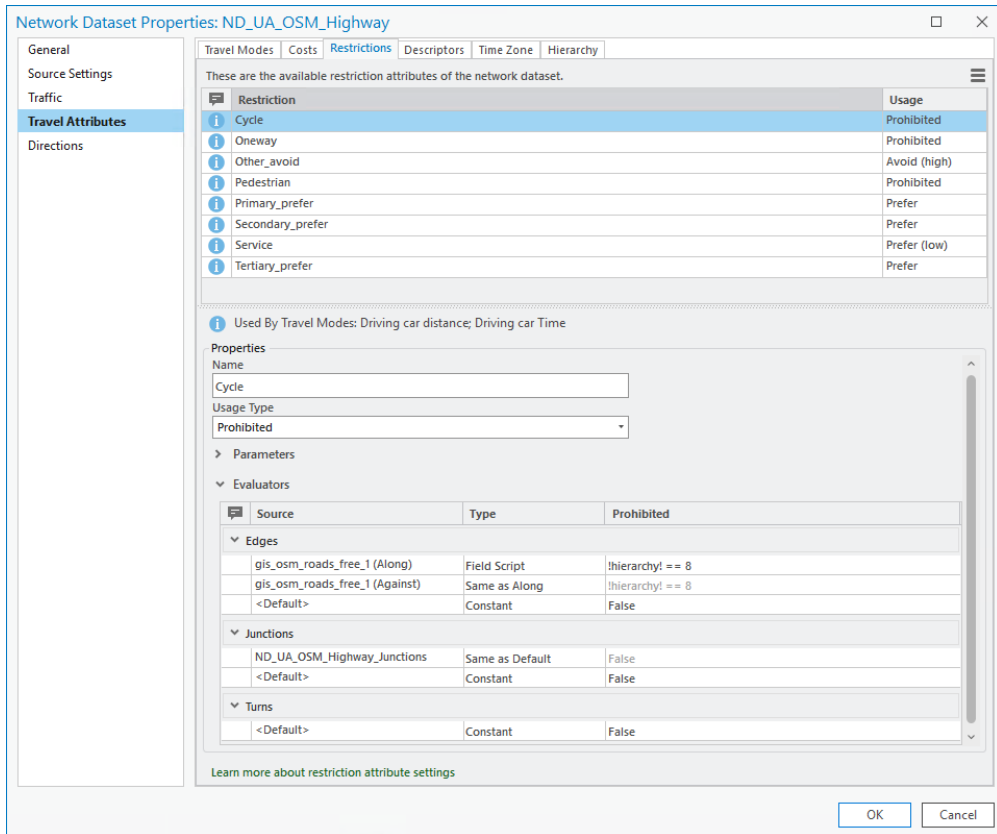
Додаток Б.3.



Додаток Б.4.



Додаток Б.5.



Додаток Б.6.

