

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук,
управління та адміністрування

Кафедра інформаційних технологій

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Аналіз моделювання тенденції переміщення ВПО в Одеській області

Виконала: студент 2 курсу
групи МІС-21
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Мусаєв Турал Азіяр огли

Керівник: доктор філософії,
Бучинська Ірина Вікторівна

Консультант

Рецензент: д. ф.-м. н., професор
Ковальчук Володимир Володимирович

Одеса 2022

АНОТАЦІЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

«Аналіз моделювання тенденції переміщення ВПО в Одеській області»,
студента

Актуальність теми магістерської кваліфікаційної роботи обумовлюється необхідністю візуалізації для відображення тенденції переміщення ВПО в Одеській області, що може використовуватися для подальшого збору та аналізу відповідних даних.

Мета роботи – аналіз методів, засобів та технологій для розробки інтерактивної карти Одеської області включаючи основні її міські/сільські громади, для подальшого моделювання тенденції переміщення ВПО.

Об'єкт дослідження – зібрані актуальні дані про переміщення ВПО в Одеській області.

Методи дослідження – емпіричний метод із використанням експертних оцінок, сучасних програмних продуктів та технологій.

Перший розділ присвячений аналізу середовищ та інструментів, що використовуються для створення інтерактивних карт. В даному розділі, представлено опис систем та проведено аналіз для вибору середовища розробки. У другому розділі проведено аналіз методів та засобів моделювання в середовищі QGIS. Третій розділ описує засоби для проведення географічного аналізу планування. В цьому розділі представлено опис методів аналізу планування, які можна використовувати безпосередньо в середовищі QGIS. В четвертому розділі, описується хід проведення розробки інтерактивної карти засобами ГІС. Для початку розглядається створення та робота с картою в обраному середовищі, а після чого описані етапи безпосередньо редагування даних.

Результатом є розроблена за допомогою засобів ГІС інтерактивна карта. Дана карта, має можливість інтеграції до будь якої інформаційної системи

(слід враховувати особливості відображення та налаштування тої чи іншої системи). Також, дана інтерактивна карта відображає дані щодо кількості зареєстрованих ВПО в Одеській області, враховуючі дані які були отримані з відкритих джерел інформації. Для розробки карти використовувалося ПЗ QGIS, а для створення можливості в подальшому інтегрувати дану карту до інформаційної системи, був використаний один із проаналізованих методів/плагінів, а саме QGIS2Web.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 72 сторінки, 41 рисунок, 1 таблицю та 12 джерел посилань.

Ключові слова: LEAFLET, QGIS, WEB GIS, АНАЛІЗ, БД, ГІС, ІНТЕРАКТИВНА КАРТА, ПЛАГІН, ТАБЛИЦЯ АТРИБУТІВ, ТАЙЛ.

SUMMARY

for a master's degree

"Analysis of the modeling of the movement of IDPs in the Odesa region",
students of

The relevance of the topic of the master's qualification work is due to the need for visualization to display the trend of the movement of IDPs in the Odesa region, which can be used for further collection and analysis of relevant data.

The purpose of the work is the analysis of methods, means and technologies for the development of an interactive map of the Odesa region, including its main urban/rural communities, for further modeling of the movement of IDPs.

The object of research is an automated control system of the educational process of the AMS of the university and information and telecommunication infrastructure.

Research methods – an empirical method using expert assessments, modern software products and technologies.

The first chapter is devoted to the analysis of environments and tools used to create interactive maps. In this section, a description of the systems is presented and an analysis for the selection of the development environment is carried out. In the second section, an analysis of modeling methods and tools in the QGIS environment was carried out. The third section describes the means for conducting a geographic analysis of planning. This section describes planning analysis methods that can be used directly in the QGIS environment. The fourth chapter describes the process of developing an interactive map using GIS tools. To begin with, the creation and work with the map in the selected environment is considered, and then the stages of direct data editing are described.

The result is an interactive map developed using GIS tools. This map can be integrated into any information system (the specifics of display and configuration of this or that system should be taken into account). Also, this interactive map

displays data on the number of registered IDPs in Odesa region, taking into account data obtained from open sources of information. The QGIS software was used to develop the map, and one of the analyzed methods/plugins, namely QGIS2Web, was used to create an opportunity to further integrate this map into the information system.

The master's thesis contains 72 pages, 41 figures, 1 table and 12 sources.

Keywords: ANALYSIS, DB, GIS, INTERACTIVE MAP, LEAFLET, PLUG-IN, QGIS, TABLE OF ATTRIBUTES, TILE, WEB GIS.

ЗМІСТ

Терміни і скорочення	10
Вступ	13
1 Аналіз середовищ та інструментів для створенні інтерактивних карт	15
1.1 Розгляд доступного середовища для створення карт QGIS	16
1.2 Розгляд інструментів для створення інтерактивних карт	18
1.2.1 Опис інструмента StoryMapJS	18
1.2.2 Опис інструмента Carto	19
1.2.3 Опис інструмента Mapbox	20
1.2.4 Опис інструмента ArcGIS StoryMaps	21
1.2.5 Опис інструмента Google My Maps	22
2 Аналіз методів та засобів моделювання в QGIS	24
2.1 Опис плагіну QuickMapService	25
2.2 Опис плагіну ORS Tools	26
2.3 Опис плагіну QuickOSM	27
2.4 Опис плагіну QNEAT3	28
2.5 Опис плагіну QGIS2Web	30
3 Опис засобів для географічного аналізу планування	33
3.1 Розгляд інструментів інтерфейсу командного рядка (CLI)	39
3.2 Розгляд інструментів графічного інтерфейсу користувача (GUI)	44
3.3 Розгляд інструментів веб-інтерфейсу користувача (WUI)	46
4 Розробка інтерактивної карти засобами ГІС	51
Висновки	70
Перелік джерел посилання	72

ТЕРМІНИ І СКОРОЧЕННЯ

Вебкомпоненти – це набір функцій що додаються консорціумом W3C до специфікацій HTML та DOM які дозволять створення повторно використовуваних віджетів чи компонентів у застосунках та документах веб. Метою є принести компонентно-орієнтоване програмування у World Wide Web.

Вебсервер – це сервер, що приймає HTTP-запити від клієнтів, зазвичай веббраузерів, видає їм HTTP-відповіді, зазвичай разом з HTML-сторінкою, зображенням, файлом, медіа-потокком або іншими даними. Вебсервер – одна із основ Всесвітньої павутини.

Інтерактивна карта – це інноваційний вебресурс, користувачі якого можуть переглядати, редагувати та аналізувати просторові дані за допомогою звичайного веббраузера. Інтернеті.

Операційна система – це базовий комплекс програм, що виконує керування апаратною складовою комп'ютера або віртуальної машини; забезпечує керування обчислювальним процесом і організовує взаємодію з користувачем. Операційна система звичайно складається з ядра операційної системи та базового набору прикладних програм.

Плагін – додаток, незалежно скомпільований програмний модуль, що динамічно підключається до основної програми, призначений для розширення або використання її можливостей.

Пресети – набір заздалегідь збережених, готових налаштувань.

Програмний продукт – програмне забезпечення, розроблене для вирішення задачі масового попиту та призначене для постачання користувачам.

Просторові дані – будь-який тип даних, що включає формальну просторову прив'язку – як наприклад, геодезична мережа. До цієї категорії відносять як дані дистанційного зондування, так і інформація з карт.

Тайл – у комп'ютерній графіці це зображення, яке використовується для створення текстур шляхом укладання копій цього зображення на зразок «черепиці», тобто розміщуючи копії текстури пліч-о-пліч так, щоб місця стику були непомітні. Тайли можуть бути прямокутні та ізометричні.

Application Programming Interface (API) – набір визначень підпрограм, протоколів взаємодії та засобів для створення програмного забезпечення.

GDAL – це бібліотека комп'ютерного програмного забезпечення для читання та запису растрових і векторних форматів геопросторових даних, яка випущена Open Source Geospatial Foundation відповідно до дозволеної ліцензії на безкоштовне програмне забезпечення в стилі X/MIT.

Google – Найпопулярніший пошуковий сервіс станом на 2021 рік, має у власності, зокрема, YouTube і Blogger.

GRASS – це безоплатна геоінформаційна система з відкритим кодом, призначена для геомодельовання, управління просторовими растрової, векторної даними та комп'ютерної графіки, обробки супутникових знімків, створення карт, просторового моделювання і візуалізації.

GUI – програмна оболонка, яка надає користувачеві зручний інтерфейс для роботи з операційною системою. GUI візуалізує багато компонентів у вигляді графічних об'єктів, наприклад, кнопки, меню, стрілки тощо.

Ini – розширення файлів конфігурації, що містять дані налаштувань для сімейства операційних систем Windows, а також для їх деяких додатків.

QGIS – вільна крос-платформена геоінформаційна система. QGIS є однією з найбільш функціональних і зручних настільних геоінформаційних систем та динамічно розвиваються.

SAGA (система автоматизованого геонаукового аналізу) – комп'ютерна програма геоінформаційної системи, яка використовується для редагування

Web GIS – це шаблон або архітектурний підхід до реалізації сучасної геоінформаційної системи.

Web Map Tile Service (WMTS) – стандарт, відкритою специфікацією для публікації в мережі цифрових карток із використанням кешованих аркушів зображень.

БД – база даних.

ВПО – внутрішньо переселені особи.

ГІС – географічна інформаційна система.

ОС – операційна система.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПП – програмний продукт.

API – Application Programming Interface.

GDAL – Geospatial Data Abstraction Library.

GRASS – Geographic Resources Analysis Support System.

GUI – Graphical User Interface.

OAPIF – OGC API Features.

OGC – Open Geospatial Consortium.

OSGeo – Open Source Geospatial Foundation.

SAGA – System for Automated Geoscientific Analyses.

WCS – Web Coverage Service.

WFS – Web Feature Server.

WFS-T – transactional Web Feature Service.

WMS – Web Map Service.

WMS-C – Web Mapping Service-Cached.

WMTS – Web Map Tile Service.

ВСТУП

На сьогоднішній день, в країні склалася досить складна ситуація. Більшість людей, від початку вторгнення Російської Федерації на територію України, повинні були залишити свої домівки. Певна кількість змогла покинути домівки та виїхати закордон, інші вимушені були стати внутрішньо переселеними особами (ВПО) та переїхати до більш менш спокійних міст та сіл України. Від початку повномасштабної збройної агресії, з кінця лютого – до Одеської області були вимушені переїхати 100 000 людей, в тому числі 50 799 людей безпосередньо до Одеси.

Актуальність магістерської кваліфікаційної роботи обумовлюється необхідністю візуалізації для відображення тенденції переміщення ВПО в Одеській області, що може використовуватися для подальшого збору та аналізу відповідних даних.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз методів, засобів та технологій для розробки інтерактивної карти Одеської області включаючи основні її міські/сільські громади, для подальшого моделювання тенденції переміщення ВПО.

Сучасна тенденція полягає у тому, щоб дані які будуть надані звичайним користувачам, людям – були для них зрозумілі. За допомогою візуального відображення та інтерактивності, користувачі можуть переглянути лише ту інформацію, яка справді їм цікава, а не займатися вибіркою поміж великої кількості даних та тексту.

Розробка та впровадження інтерактивної карти, – є популярним, цікавим та досить новим методом відображення та подачі необхідної інформації, даних людям. На практиці, інтерактивна карта – це карта, з відповідною інформацією, яку може досліджувати користувач. Інтерактивна карта, дозволяє певним чином візуалізувати те, що найбільше цікавить людей.

Web GIS – це шаблон або архітектурний підхід до реалізації сучасної геоінформаційної системи. Він базується на стандартних службах вебсервісів, які надають дані та можливості, а також підключають компоненти. Web GIS також відображає веб-карти разом зі сценами та шарами. Дуже просто кажучи, Web GIS – це будь-яка ПС, яка використовує веб-технологію для зв'язку між сервером і клієнтом (у даному випадку це веб-браузер). Умови WebGIS самі по собі підвищують свою популярність з 2016 року.

Дана кваліфікаційна робота магістра, складається з 72 сторінок, 41 рисунку, 1 таблиці та 12 джерел посилання.

1 АНАЛІЗ СЕРЕДОВИЩ ТА ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ КАРТ

Географічна інформаційна система (ГІС) – це комп'ютерна система для збору, зберігання, перевірки та відображення даних, пов'язаних із положенням на поверхні Землі. Пов'язуючи, здавалося б, не пов'язані дані, ГІС може допомогти окремим особам і організаціям краще зрозуміти просторові закономірності та взаємозв'язки.

Технологія ГІС є важливою частиною інфраструктури просторових даних. ГІС може використовувати будь-яку інформацію, яка включає місцезнаходження. Розташування можна вказати багатьма різними способами, наприклад широтою та довготою, адресою чи поштовим індексом.

Багато різних типів інформації можна порівнювати та порівнювати за допомогою ГІС. Система може містити дані про людей, такі як чисельність населення, дохід або рівень освіти. Він може включати інформацію про ландшафт, наприклад розташування струмків, різні види рослинності та різні види ґрунту. Він може включати інформацію про заводи, ферми та школи, зливі стоки, дороги та лінії електропередач.

Завдяки технології ГІС люди можуть порівнювати розташування різних речей, щоб дізнатися, як вони пов'язані між собою. Наприклад, за допомогою ГІС одна карта може включати ділянки, які забруднюють навколишнє середовище, такі як заводи, і ділянки, чутливі до забруднення, такі як водно-болотні угіддя та річки. Така карта допоможе людям визначити, де запаси води знаходяться під найбільшою небезпекою.

Створення карт є одним з популярних методів відображення, візуалізації даних. Карты використовуються, як для відображення інформації про регіони країни, побудову маршруту чи ілюстрація фізичних місць. Саме карти – це найкращий інструмент та дієвий спосіб забезпечення подачі для

правильного розуміння представлених даних, особливо якщо користувач може взаємодіяти з нею.

1.1 Розгляд доступного середовища для створення карт QGIS

Один з найбільш популярних на сьогоднішній день середовищ для створення карт, безумно є QGIS. QGIS – це зручна географічна інформаційна система (ГІС) з відкритим кодом, що розповсюджується на умовах GNU General Public License. QGIS є проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Вона працює на таких операційних системах (ОС) як Linux, Unix, Mac OSX, Windows та Android, підтримує безліч растрових та векторних форматів, бази даних та має багаті можливості [1].

QGIS пропонує велику кількість ГІС-функцій, які забезпечуються основними функціями та плагінами. Функціонал QGIS, що реалізований ядром та плагінами, постійно зростає. За допомогою яких можна відображати, управляти, редагувати, аналізувати дані, готувати друковані карти. Панель пошуку полегшує пошук функцій, наборів даних тощо.

QGIS дозволяє створювати карти та інтерактивно досліджувати просторові дані за допомогою зручного графічного інтерфейсу. Багато корисних інструментів, доступних у GUI, включають:

- браузер QGIS;
- репроекція на льоту;
- 2D і 3D візуалізація карт;
- менеджер БД;
- макет друку;
- звіт;
- оглядова панель;
- просторові закладки;
- інструменти анотування;

- визначте/виберіть функції;
- атрибути редагування/перегляду/пошуку;
- позначення функцій, визначених даними;
- інструменти векторної та растрової символіки, визначені даними;
- композиція карти атласу з шарами сітки;
- стрілка на північ, шкала масштабу та етикетка авторського права для карт;
- підтримка збереження та відновлення проектів.

За допомогою даного програмного продукту (ПП) можна виконувати аналіз просторових даних у просторових базах даних та інших форматах, які підтримуються OGR. Наразі QGIS пропонує інструменти векторного аналізу, растрового аналізу, вибірки, геообробки, геометрії та керування базами даних. Також можна використовувати інтегровані інструменти GRASS, які включають повну функціональність GRASS із понад 400 модулів. Або ж можна працювати з модулем обробки, який надає потужну структуру геопросторового аналізу для виклику власних і сторонніх алгоритмів із QGIS, таких як GDAL, SAGA, GRASS, OTB, R тощо. Усі функції аналізу виконуються у фоновому режимі, що дозволяє продовжувати роботу до завершення обробки.

Графічний модельєр дозволяє об'єднувати/з'єднувати функції в повний робочий процес в інтуїтивно зрозумілому графічному середовищі.

QGIS можна використовувати як клієнт WMS, WMTS, WMS-C, WFS, OAPIF і WFS-T, а QGIS Server дозволяє публікувати дані через протоколи WMS, WCS, WFS і OAPIF в Інтернеті за допомогою вебсервера.

QGIS можна адаптувати до особливих потреб за допомогою розширюваної архітектури плагінів і бібліотек, які в свою чергу можна використовувати для створення власних плагінів. Також є можливість створювати нові програми за допо Основні плагіни включають:

- менеджер БД (обмін, редагування та перегляд шарів і таблиць із/до баз даних; виконання запитів SQL);
- перевірка геометрії (перевірка геометрії на наявність помилок);
- georeferencer GDAL (додавання інформації про проекції до растрів за допомогою GDAL);
- інструменти GPS (завантаження та імпорт даних GPS);
- GRASS (інтеграція GRASS GIS);
- клієнт каталогу MetaSearch (взаємодія зі службами каталогу метаданих, що підтримують стандарт OGC Catalog Service for the Web (CSW));
- редагування в автономному режимі (дозволити редагування в автономному режимі та синхронізацію з базами даних);
- обробка (платформа обробки просторових даних для QGIS);
- перевірка топології (знайти топологічні помилки у векторних шарах) могою C++ або Python.

QGIS це не тільки настільна ГІС. QGIS Development Team (розробник QGIS) також розробляє файловий менеджер для просторових даних, серверний та вебкомпоненти.

1.2 Розгляд інструментів для створення інтерактивних карт

Проаналізувавши інформацію в мережі Інтернет та враховуючи матеріали Інтернет-ресурсу [2], на сьогоднішній день, можна виділити 5 найбільш актуальних та популярних інструментів для, що використовуються при створенні інтерактивних карт:

- StoryMapJS;
- Carto;
- Mapbox;
- ArcGIS StoryMaps;

– Google My Maps.

1.2.1 Опис інструмента StoryMapJS

Безкоштовний інструмент, що належить Knight Lab Північно-Західного університету в Сполучених Штатах. Інструмент дозволяє розповідати історії в Інтернеті, висвітлюючи місця подій. Існують два варіанти роботи з інструментом StoryMapJS (рис.1). Перший – користуватися стандартними онлайн-картами в режимі «Classic», маючи на них слайди з текстами, фотографіями та іншою інформацією. Другий варіант роботи з сервісом – «Gigapixel», що дозволяє завантажити на «карту» будь-яке цифрове зображення, бажано у високій роздільній здатності. Даний інструмент може використовувати старі карти з архівів, фотографії, розбирати деталі твору мистецтва. Сервіс інтегрований з Google Drive, тому для роботи з ним потрібен Google-акаунт, враховуючи вищесказане, – це забезпечує повторне використання карти, оскільки збережені карти в хмарі. Після завершення створення карти, інструмент дозволяє поділитися картою за допомогою посилання або ж вбудувати її за допомогою коду на інформаційній сторінці.



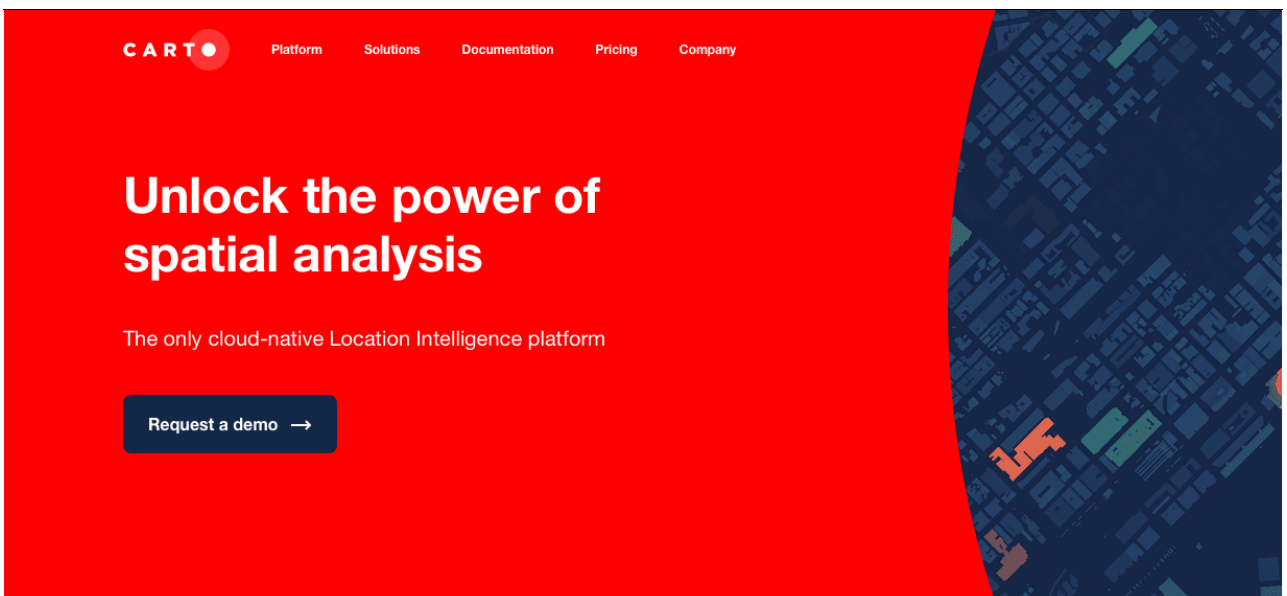
Рисунок 1 – Головна сторінка інструменту StoryMapJS

1.2.2 Опис інструмента Carto

Carto (раніше CartoDB) [3] – це платформа хмарних обчислень програмного забезпечення як послуги (SaaS) , яка надає ГІС , веб-картографію та інструменти для дослідження просторових даних. Компанія позиціонується як платформа Location Intelligence завдяки інструментам зі здатністю аналізувати та візуалізувати дані, які не вимагають попереднього досвіду ГІС або розробки.

Carto – це проста веб-платформа для створення карт, на яку можна завантажувати та редагувати різні шари. Це інструмент геопросторового позиціонування, який містить дві функції. По-перше, це велика геопросторова база даних і інструмент візуалізації цих даних, що полегшує роботу і створює красиві динамічні карти.

Carto може керувати мільйонами таблиць даних, тому він працює як інструмент для керування великими базами даних. Студенти та викладачі мають менші витрати при оформленні підписки для користування інструментом, або ж це навіть може бути безкоштовним.



CARTO

Platform Solutions Documentation Pricing Company

Unlock the power of spatial analysis

The only cloud-native Location Intelligence platform

Request a demo →

Рисунок 2 – Скріншот головної сторінки інструменту Carto

1.2.3 Опис інструмента Mapbox

Інструмент Mapbox є платформою з відкритим вихідним кодом, створеною для створення індивідуальних карт. Створення карти відбувається на основі вже раніше розроблених шаблонів карт, що використовуються як відправна точка для подальшого редагування карти, яка буде створена в майбутньому.

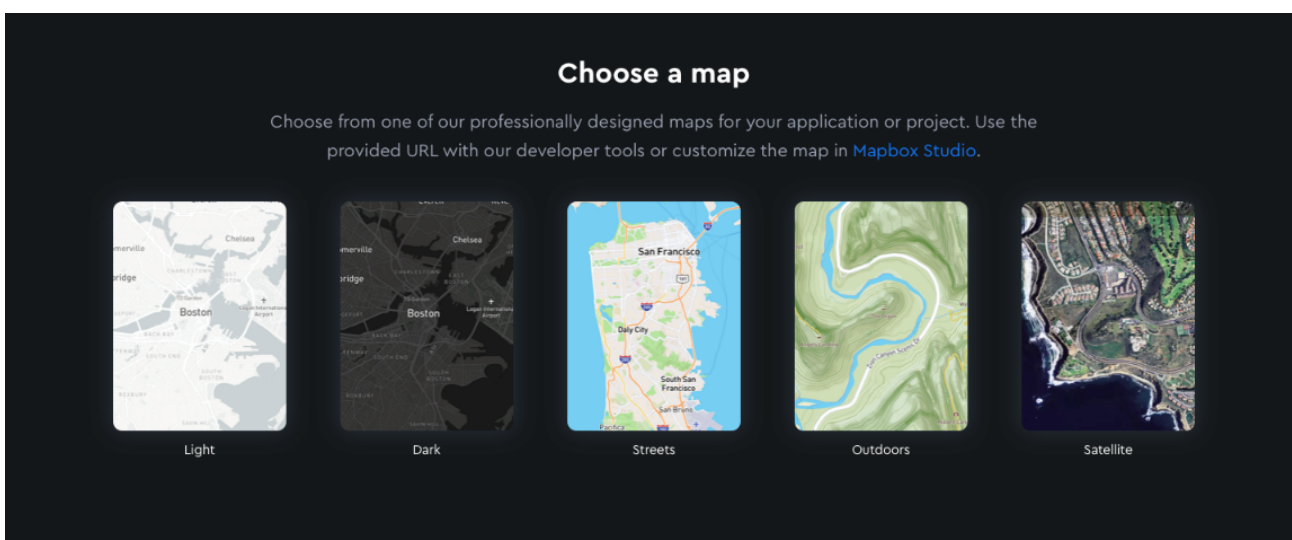


Рисунок 3 – Скріншот екрану вибору шаблону карти

Після обрання шаблону карти, подальші етапи створення карти будуть в Mapbox Studio. Mapbox Studio – це візуальний інтерфейс, що дозволяє контролювати деталі, такі як завантаження файлів і даних для створення власної карти. Mapbox Studio, включає в себе функції проходження, а також дозволяє збільшувати окремі, вибрані точки на картах. Дана платформа дозволяє інтегрувати створену карту до інформаційної системи, а також відобразити її на різних сторінках та інтерфейсах.

Mapbox – це інструмент для створення інтерактивних карт, яким користуються такі великі компанії, як New York Times, BMW та Instacart [4]. Вищеописаний програмний продукт, має доступний план розробника на безоплатній основі.

1.2.4 Опис інструмента ArcGIS StoryMaps

ArcGIS StoryMaps – це веб-інструмент, який допомагає розповідати свої історії за допомогою налаштування карт. Він використовується для ілюстрації просторових відносин між місцями. Найчастіше використовується, як інструмент для об'єднання великих складних наборів даних в інтерактивну карту.



Рисунок 4 – Скріншот головного екрану інструменту ArcGIS StoryMaps

ArcGIS StoryMaps включає в собі простий у використанні інструмент створення карт, до якого можна додавати фотографії, відео, тексти та спливаючі вікна, що полегшує створення інтерактивної розповіді. Крім того,

у ньому є вже створені шаблони або карти, які можна використовувати для подальшого створення карт.

Кінцевий результат можна опублікувати та поділитися з хмари, де зберігаються всі створені користувачем карти. Слід зауважити, що даний інструмент не на безоплатній основі, та потребує обов'язковий досвід використання ГІС-інструменту.

1.2.5 Опис інструмента Google My Maps

У своїй лінійці програмних продуктів Google має інструмент, за допомогою якого можна створювати власні карти. Інструмент Google My Maps, створює карту зв шпильками, шарами, текстом і фотографіями.

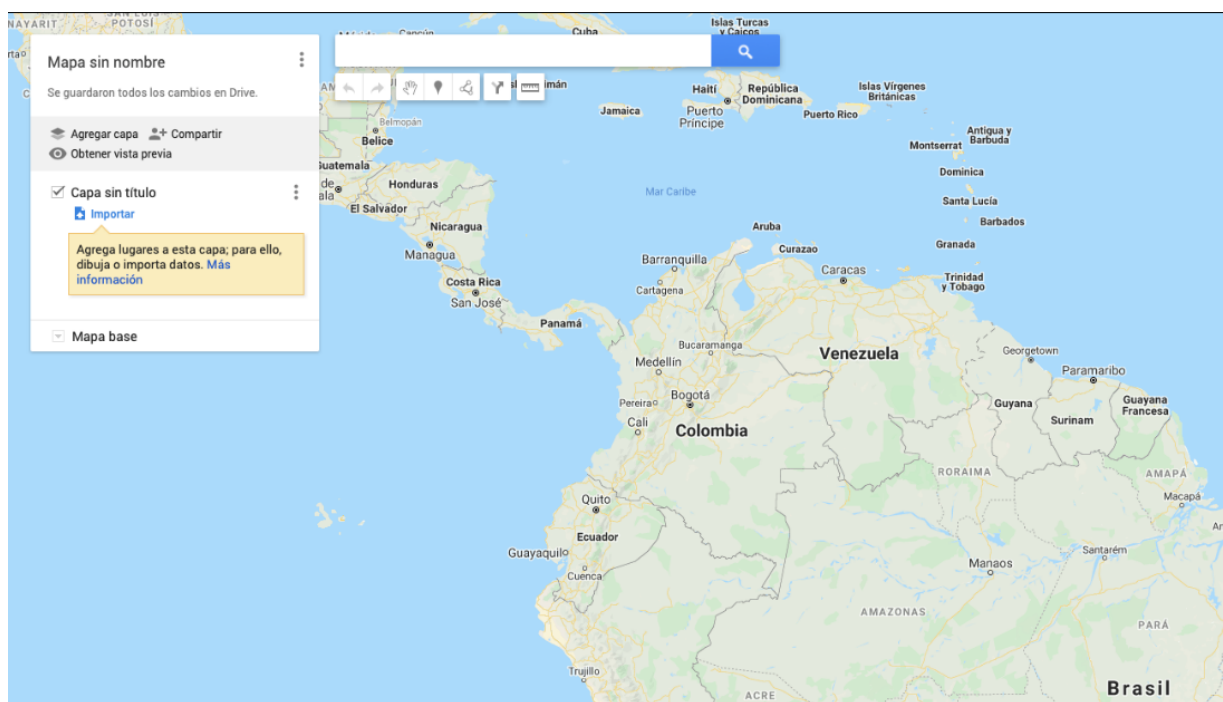


Рисунок 5 – Головний екран інструменту Google My Maps

Даний інструмент, надає можливості для зміни піктограми шпилька, а також додати лінії, розміри або інструкції для наглядного висвітлення. Слід

зазначити, що дизайн і зовнішній вигляд інтерактивної карти можна створити, навіть якщо користувач не має навичок програмування. Також користувач може легко змінювати такі елементи, як дороги, будівлі, водойми та визначні місця. Цей інструмент, надає можливість надіслати створену карту іншому користувачу, у разі якщо карта збережена на хмарі та ідентифікатор карти встановлено, – інструмент дозволить в режимі реального часу редагувати її та оновлювати. Після завершення користувач може опублікувати карту або ж скопіювати код вбудовування, щоб застосувати його в необхідному блоці інформаційної системи.

2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ В QGIS

Методи моделювання базуються на використанні алгоритмів – послідовностей інструкцій для розв’язування конкретних проблем.

Під час роботи з ГІС більшість операцій аналізу не є ізольованими, а є частиною ланцюжка операцій. За допомогою графічного моделювача цей ланцюжок операцій можна об’єднати в один процес, що робить його зручним для виконання пізніше з іншим набором вхідних даних. Незалежно від того, скільки етапів і різних алгоритмів вона передбачає, модель виконується як єдиний алгоритм, що економить час і зусилля.

Щоб створити алгоритм інтерполяції, який враховує поточне виділення, за допомогою засобу моделювання, а не лише для використання лише вибраних об’єктів, а й для використання обсягу цього виділення для створення інтерпольованого растрового шару.

Процес інтерполяції включає два кроки, як це вже було пояснено в попередніх уроках: растеризація шару точок і заповнення значень без даних, які з’являються в растеризованому шарі. Якщо для шару точок є виділення, використовуватимуться лише вибрані точки, але якщо вихідний екстент налаштовано на автоматичне коригування, використовуватиметься повний екстент шару. Тобто протяжність шару завжди вважається повною протяжністю всіх об’єктів, а не розрахованою лише з вибраних.

Середовище QGIS – відносно проста програма для створення та обробки просторових даних. Але її можливості можна розширити за рахунок плагінів. Вони допомагають спростити та оптимізувати деякі робочі процеси, а також додають до існуючих специфічні інструменти для аналізу даних.

Плагіни QGIS додають додаткові функції до програми QGIS. Існує колекція плагінів, готових до використання, доступний для завантаження. Ці плагіни також можна встановити безпосередньо з QGIS Plugin Manager у програмі QGIS.

Також під час використання плагінів, слід пам'ятати:

- плагіни розроблені незалежними організаціями та розробниками, організація QGIS не несе за них жодної відповідальності;
- помилки або запити на функції, пов'язані з опублікованими тут плагінами, необхідно відкривати у відповідних системах відстеження помилок (систему відстеження помилок плагіна можна знайти на інформаційній сторінці цього плагіна).

QGIS, має перелік плагінів, які широко використовуються під час роботи з картами, а саме [5]:

- QuickMapServices;
- ORS Tools;
- QuickOSM;
- QNEAT3;
- qgis2web.

2.1 Опис плагіну QuickMapServices

QuickMapServices (QMS) спрощує роботу з картографічними підкладками, які часто використовуються як базовий шар проєкту та дозволяють швидше орієнтуватися в інших геоданих. Плагін додає каталоги відкритих картографічних сервісів – OpenStreetMap, Google Maps та інших. За допомогою цього плагіну можна в один клік додати підкладки для карти кадастру, карти висот чи хмар. Усього завдяки QMS доступно більше 1000 різних сервісів.

QMS (рис. 6) – це каталог, куди кожен користувач може додати потрібні йому роботи геосервіси, і потім зручно їх підключати до різних ГІС. Власне, каталог розташований за адресою qms.nextgis.com. Підтримує роботу з

форматами TMS, WMS, WFS та GeoJSON. Має відкрите API та відповідну документацію [6].

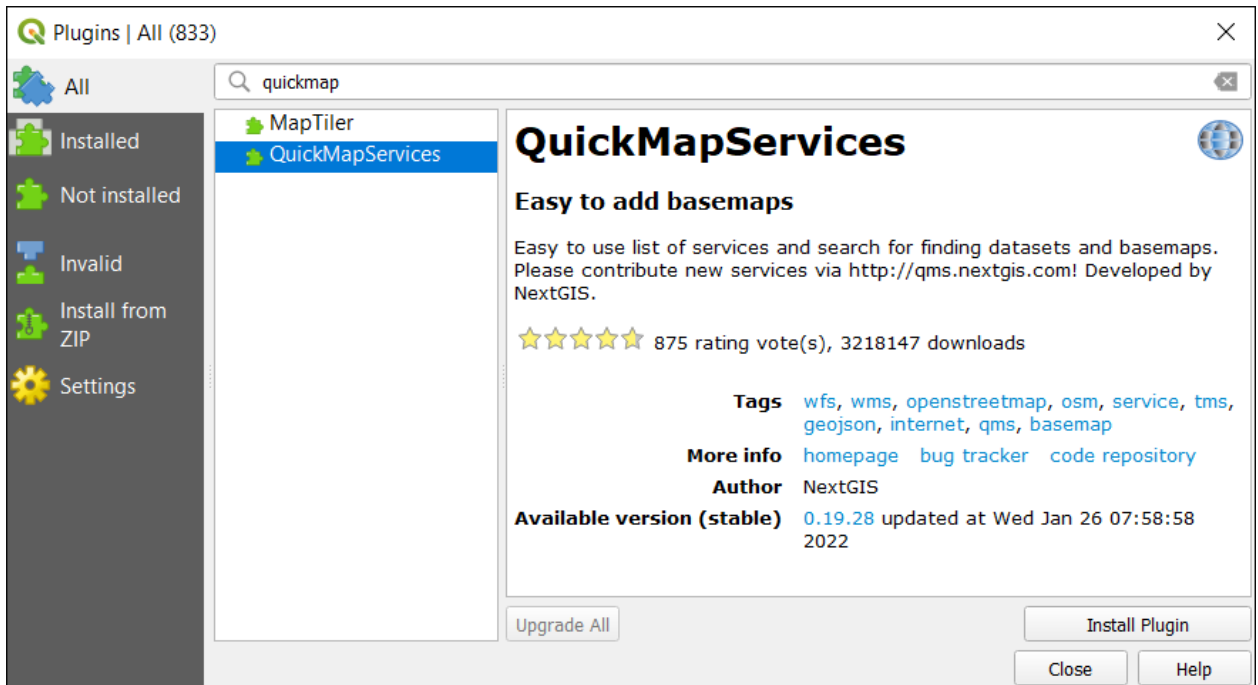


Рисунок 6 – Плагін QuickMapServices в середовищі QGIS

2.2 Опис плагіну ORS Tools

ORS Tools (див.рис.7) відкриває доступ до сервісу openrouteservice.org – дочірнього проекту OpenStreetMap у сфері маршрутизації та трафіку. Плагін додає QGIS інструменти для побудови маршрутів, ізохрони та матричні обчислення, інтерактивні на полотні карти або з точкових файлів у рамках обробки. Користувач може побудувати найкоротший маршрут для декількох точок, розрахувати час у дорозі та переглянути альтернативні варіанти переміщення. Можна працювати з маршрутами для автомобілів, велосипедів, пішоходів. Також ORS Tools враховує дані про перепад висот і має додаткові пресети для розрахунку маршрутів у горах. Для вихідних файлів встановлено розширені атрибути, в т.ч. тривалість, довжина та місця початку/закінчення.

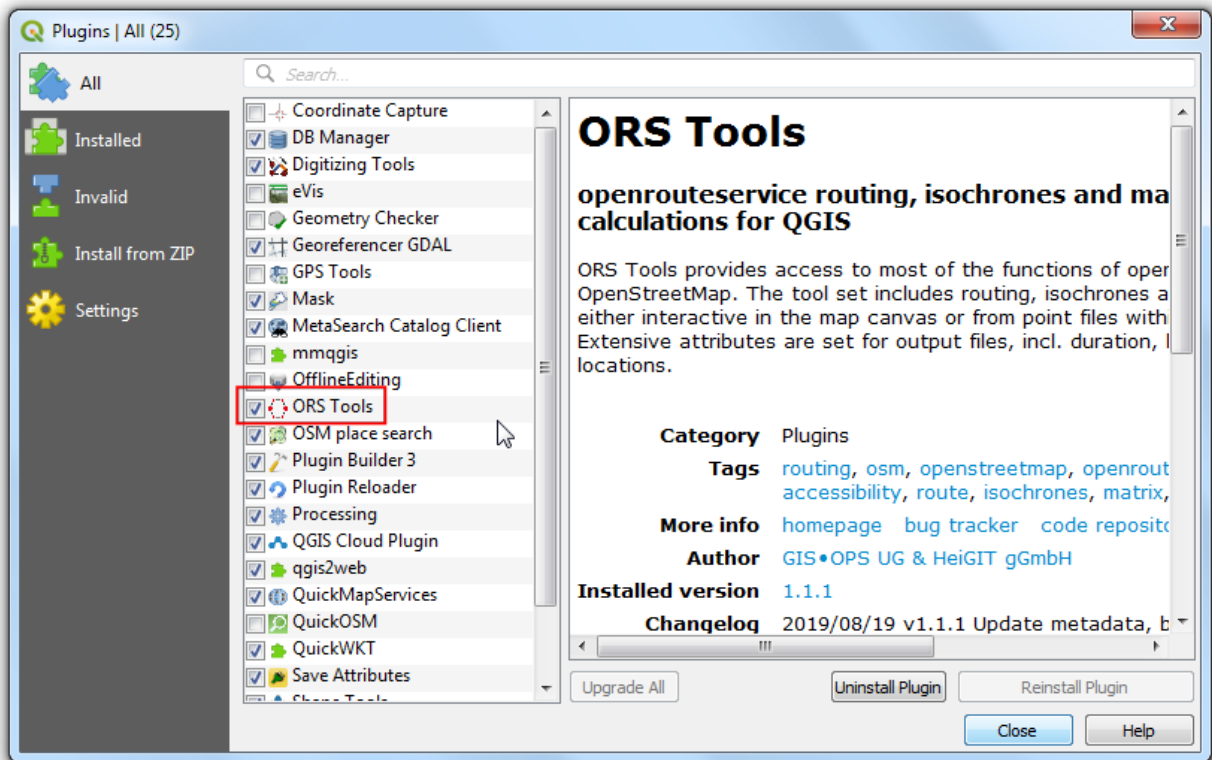


Рисунок 7 – Плагін ORS Tools в середовищі QGIS

2.3 Опис плагіну QuickOSM

QuickOSM – один із найкорисніших плагінів для збору геоданих. Він дозволяє вивантажувати будь-які дані із OpenStreetMap відразу в проєкт без обмежень для розміру території вивантаження. QuickOSM (рис.8) має дуже гнучкі налаштування – користувач може вибрати категорію об'єктів (дороги, будівлі, об'єкти природи), тип геометрії (точка, полігон, лінія), а також тип даних (векторні, табличні). Однак для якісної роботи з плагіном потрібно знати теги OpenStreetMap та правила вивантаження об'єктів. За допомогою плагіна QuickOSM можна завантажувати дані OSM завдяки Overpass API. Overpass API діє як база даних у мережі: клієнт надсилає запит до API та отримує назад набір даних, який відповідає запиту. Перейдіть до Вектор – QuickOSM , щоб перевірити, чи правильно встановлено плагін. Також можна

отримати доступ до плагіна QuickOSM, активувавши панель інструментів QuickOSM. Для того щоб скористатися плагіном, необхідно виконати наступні пункти:

- написати кілька запитів, вказавши ключ/значення;
- вибрати для виконання запиту область або екстент;
- налаштувати запит: які шари, які стовпці і тд;
- відкрити локальний OSM (.osm або .pbf) за допомогою певного osmconf у QGIS;
- створити деякі моделі за допомогою QGIS Processing.

Є кілька корисних порад, як-от автоматичні кольори на лініях (якщо теґ присутній) або деякі дії (клацніть правою кнопкою миші в таблиці атрибутів) для кожної сутності (наприклад, редагувати в JOSM).

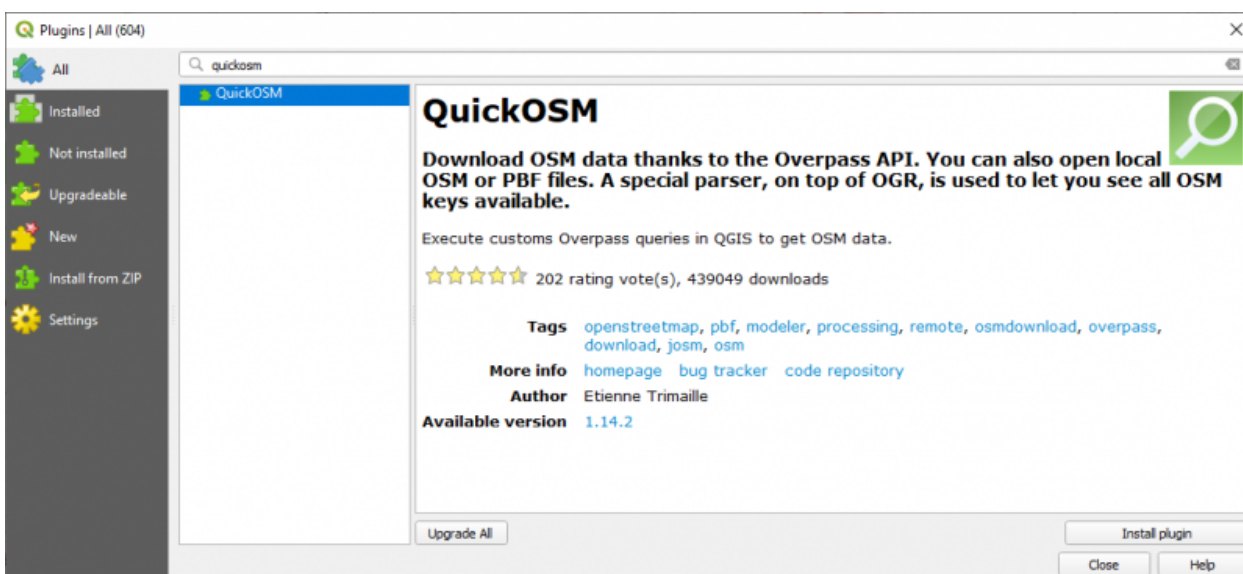


Рисунок 8 – Плагін QuickOSM в середовищі QGIS

2.4 Опис плагіну QNEAT3

QNEAT3 – просунутий набір інструментів для аналізу трафіку. За функціями плагін схожий на ORS Tools, але має велику кількість

налаштувань. З його допомогою можна будувати найкоротший шлях, ізохрони та матриці відстаней. QNEAT3 не використовує готові бази даних, а спирається на власні алгоритми розрахунку, тому він буде чудовим доповненням до ORS Tools, коли інформації з OSM буде недостатньо (рис.9).

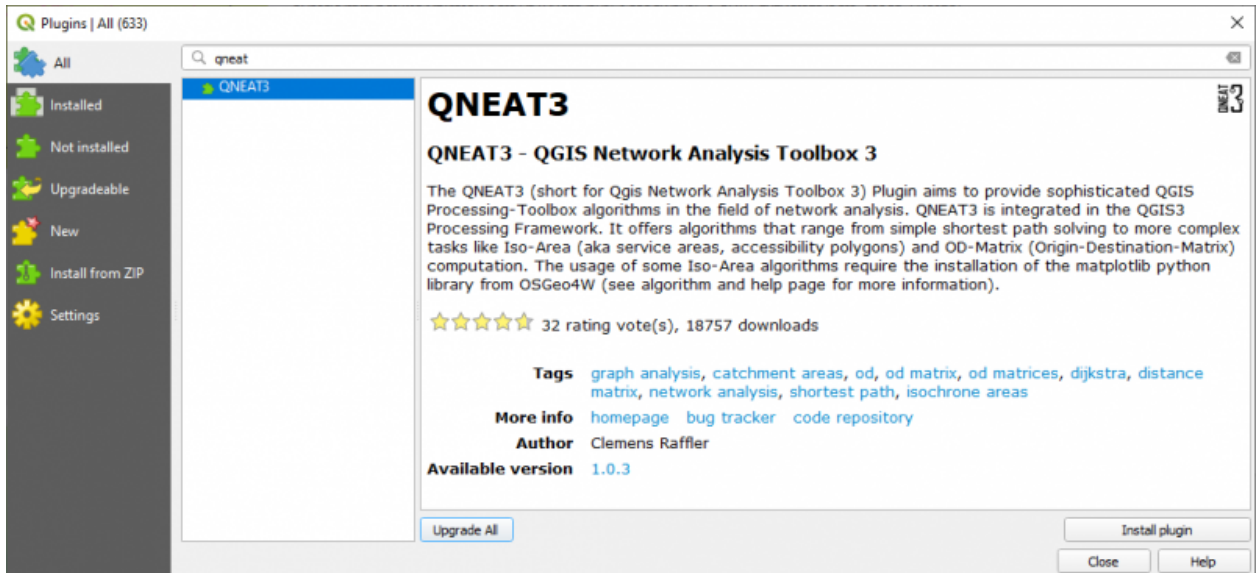


Рисунок 9 – Плагін QNEAT3 в середовищі QGIS

QNEAT3 – це плагін QGIS, написаний на Python та інтегрований у QGIS3 Processing Framework. Він пропонує розширені алгоритми аналізу мережі, які варіюються від простого розв’язання найкоротшого шляху до більш складних завдань, таких як Isochrone Area (вона ж зони обслуговування, багатокутники доступності) та обчислення OD-Matrix (Origin-Destination-Matrix).

Усі алгоритми використовують QGIS3 Python API, особливо класи аналізу графіків, написані мовою C++. Це закладає позитивну основу з точки зору продуктивності алгоритму, оскільки важкі обчислення (наприклад, алгоритм Дейкстри) виконуються за допомогою машинного коду C++. Інші алгоритми, такі як Iso-Area на основі багатокутників і контурів, також використовують код на основі C/C++, як-от класи інтерполяції QGIS для інтерполяції значення

відстані, бібліотека GDAL для растрових даних іо та numpy для подальшої обробки.

2.5 Опис плагіну QGIS2Web

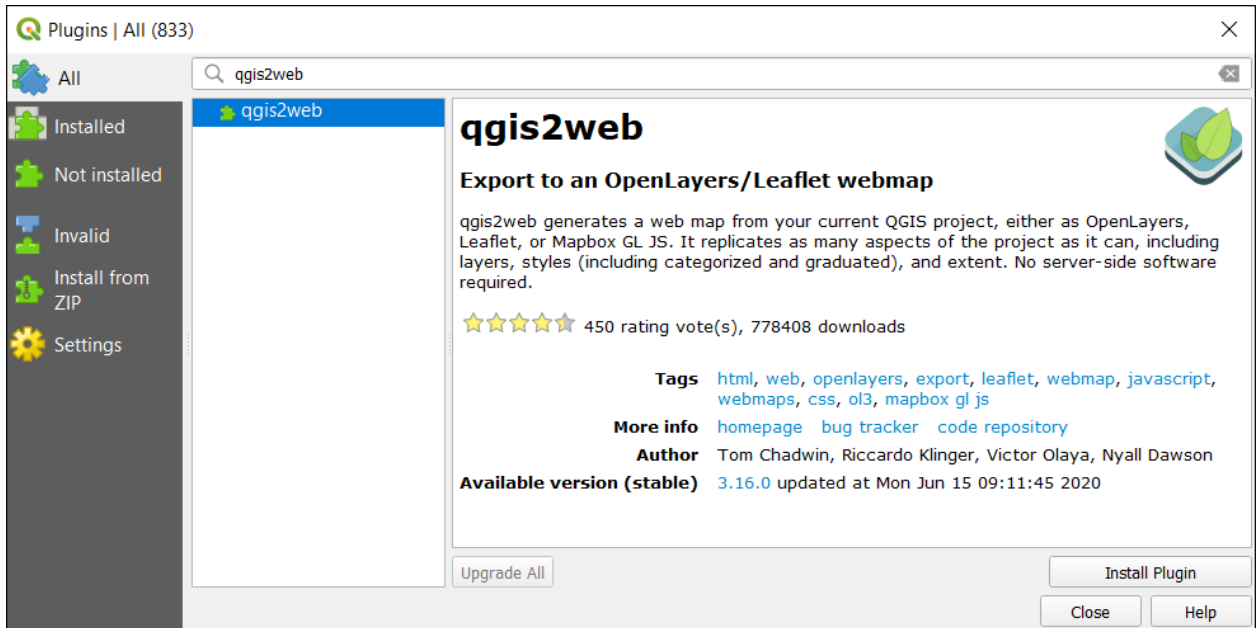


Рисунок 10 – Плагін QGIS2Web в середовищі QGIS

QGIS2Web – дуже простий плагін, який перетворює дані QGIS на векторні веб-картки. Плагін підтримує роботу з популярними та відкритими форматами веб-карток – OpenLayers та Leaflet, що дозволяє додати проєкт на будь-який сайт.

Плагін qgis2web зберігає більшу частину налаштувань проєкту, включаючи шари, підписи, налаштування кольорів та градієнтів. Підсумковий HTML-файл можна відправити в хмарне сховище, залишити на комп'ютері або розмістити на сервері (головне, щоб пристрій мав постійний вихід в Інтернет) – і таким чином отримати постійний доступ до веб-картки. А ще таку карту можна додати на будь-який веб-сайт – це зручно, у випадку

необхідності публікування проєкту ГІС. QGIS2Web входить до топ-10 плагінів у репозитарії та має середній рейтинг понад 4 із понад 450 голосами.

Мета цього плагіна полягає в тому, щоб взяти всі шари карти та створити всі допоміжні файли для створення веб-карти. Якщо є сервер, все, що потрібно зробити, це завантажити їх на нього, або ж QGIS Cloud пропонує послугу (сервера) з безкоштовною версією.

QGIS2Web – це інструмент, який перетворює шари QGIS у файли HTML, JavaScript і CSS. QGIS2Web може створити інтерактивну веб-карту, яка показує інформацію для користувача.

OpenStreetMap (OSM) – це нещодавно нова сфера комп'ютерної науки. Є кілька невивчених питань в оцінці якості OSM. По-перше, дослідники використовують різні усталені методи оцінки, порівнюючи OSM з авторитетним набором даних. Однак ці методи непридатні для оцінки якості даних OSM у разі відсутності офіційних даних. У такому сценарії для оцінки якості можна використовувати внутрішні індикатори якості. По-друге, структура для оцінки даних, специфічна для різних доменів геоінформаційних систем (ГІС), недоступна. У цьому світлі поточне дослідження представляє розширення інструментарію обробки Quantum GIS (QGIS) за допомогою використання існуючих функцій і написання нових сценаріїв для обробки просторових даних. Це дозволить оцінювати повноту просторових даних за допомогою внутрішніх індикаторів. Дослідження також запропонувало евристичний підхід для перевірки навігаційності доріг даних OSM. Сценарії, розроблені для забезпечення інтуїтивно зрозумілого методу оцінки даних OSM на основі показників якості, можна легко використовувати для оцінки придатності використання даних будь-якого регіону.

QSWATMOD, – графічний інтерфейс користувача на основі QGIS для застосування та оцінки моделей SWAT-MODFLOW. QSWATMOD включає: модулі попередньої обробки для підготовки вхідних даних для виконання моделі, модулі конфігурації для параметрів SWAT-MODFLOW і модулі

постобробки для перегляду та інтерпретації результатів моделі. QSWATMOD, написаний на Python, створює файли зв'язку між моделями SWAT і MODFLOW, запускає симуляцію та відображає результати в середовищі Квантової геоінформаційної системи (QGIS) з відкритим кодом. QSWATMOD оснащений функціями, які допомагають зберігати та отримувати конфігурацію користувача та стандартну конфігурацію налаштувань і значень параметрів, виконуючи процеси зв'язування та моделювання, а також використовує різні функції геообробки (наприклад, вибір, перетин, об'єднання) QGIS. Оскільки кількість користувачів SWAT-MODFLOW зростає в усьому світі, QSWATMOD може бути цінним інструментом для допомоги у створенні та управлінні проектами SWAT-MODFLOW.

Алгоритми машинного навчання (ML) використовувалися як альтернатива звичайним і геостатистичним методам у цифровому картографуванні атрибутів ґрунту. Перевагою алгоритмів ML є їх гнучкість у використанні різних рівнів інформації як коваріантів. Однак алгоритми ML мають багато варіацій, що може ускладнити їх застосування кінцевими користувачами. Щоб заповнити цю прогалину, плагін Smart-Map, який доповнює геоінформаційну систему QGIS версії 3, був розроблений з використанням сучасних інструментів штучного інтелекту (AI). Для генерації інтерпольованих карт було реалізовано звичайний крігінг (OK) і алгоритм опорної векторної машини (SVM). SVM_модель може використовувати векторні та растрові шари, доступні в QGIS, як коваріати під час інтерполяції. Коваріати в моделі SVM були обрані на основі просторової кореляції, виміряної за індексом Морана (I'Moran).

3 ОПИС ЗАСОБІВ ДЛЯ ГЕОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ ПЛАНУВАННЯ

Додатки ГІС включають як апаратні , так і програмні системи. Ці програми можуть включати картографічні дані , фотографії , цифрові дані або дані в електронних таблицях.

Картографічні дані вже є у формі карти і можуть містити таку інформацію, як розташування річок , доріг , пагорбів і долин . Картографічні дані можуть також включати дані огляду та картографічну інформацію, які можна безпосередньо ввести в ГІС.

Інтерпретація фотографій є основною частиною ГІС. Інтерпретація фотографій передбачає аналіз аерофотознімків та оцінку об'єктів, які з'являються.

Цифрові дані також можна вводити в ГІС. Прикладом такого роду інформації є комп'ютерні дані , зібрані супутниками , які показують землекористування – розташування ферм, міст і лісів .

Дистанційне зондування надає ще один інструмент, який можна інтегрувати в ГІС. Дистанційне зондування включає зображення та інші дані , зібрані із супутників , повітряних куль і дронів .

Нарешті, ГІС також може включати дані у вигляді таблиць або електронних таблиць, наприклад, демографічні дані населення . Демографічні показники можуть варіюватися від віку, доходу та етнічного походження до останніх покупок і вподобань перегляду Інтернету .

Технологія ГІС дозволяє накладати всі ці різні типи інформації, незалежно від їх джерела чи вихідного формату, одна на одну на одній карті. ГІС використовує розташування як змінну ключового індексу, щоб зв'язати ці, здавалося б, непов'язані дані.

Введення інформації в ГІС називається збором даних . Дані , які вже є в цифровій формі, наприклад більшість таблиць і зображень, зроблених

супутниками , можна просто завантажити в ГІС. Однак карти потрібно спочатку відсканувати або конвертувати в цифровий формат.

Два основних типи форматів файлів ГІС – растрові та векторні. Растрові формати – це сітки комірок або пікселів . Растрові формати корисні для зберігання даних ГІС , які змінюються, наприклад, висота або супутникові зображення . Векторні формати – це багатокутники , які використовують точки (називаються вузлами) і лінії. Векторні формати корисні для зберігання даних ГІС із чіткими межами , наприклад, шкільних округів або вулиць.

Технологію ГІС можна використовувати для відображення просторових зв'язків і лінійних мереж. Просторові відносини можуть відображати топографію , наприклад сільськогосподарські поля та струмки. Вони також можуть відображати моделі землекористування, такі як розташування парків і житлових комплексів.

Лінійні мережі, які іноді називають геометричними мережами, часто представлені дорогами , річками та комунальними мережами в ГІС. Лінія на карті може позначати дорогу або шосе. Однак із шарами ГІС ця дорога може вказувати на межі шкільного округу , громадського парку чи іншої демографічної території чи території землекористування. Використовуючи збір різноманітних даних , лінійну мережу річки можна відобразити на ГІС , щоб вказати потік різних приток.

ГІС має узгодити інформацію з усіх різноманітних карт і джерел , щоб вони збігалися в одному масштабі . Масштаб – це співвідношення між відстанню на карті та фактичною відстанню на Землі. Часто ГІС доводиться маніпулювати даними , оскільки різні карти мають різні проекції . Проекція – це спосіб передачі інформації з вигнутої поверхні Землі на плоский аркуш паперу чи екран комп'ютера. Різні типи проекцій виконують це завдання по-різному, але всі призводять до

певних спотворень . Щоб перенести вигнуту тривимірну форму на плоску поверхню, неминуче потрібно розтягнути одні частини та стиснути інші.

Карта світу може показувати правильні розміри країн або їх правильні форми, але не може відображати і те, і інше. ГІС бере дані з карт, створених за допомогою різних проєкцій, і поєднує їх, щоб усю інформацію можна було відобразити за допомогою однієї загальної проєкції.

Після введення всіх бажаних даних у ГІС-систему їх можна об'єднати для створення широкого спектру індивідуальних карт залежно від того, які шари даних включено. Одне з найпоширеніших застосувань ГІС-технологій передбачає порівняння природних особливостей із діяльністю людини. Наприклад, карти ГІС можуть відображати, які штучні об'єкти знаходяться поблизу певних природних об'єктів, наприклад, які будинки та підприємства знаходяться в районах, схильних до затоплення .

Технологія ГІС також дозволяє користувачам «копати глибоко» в певній області з багатьма видами інформації. Карти окремого міста чи району можуть пов'язувати таку інформацію, як середній дохід , продажі книжок або моделі голосування . Будь-який шар даних ГІС можна додати або відняти до тієї самої карти .

ГІС – карти можна використовувати для відображення інформації про чисельність і щільність . Наприклад, ГІС може показати, скільки лікарів у мікрорайоні порівняно з чисельністю населення. Завдяки технології ГІС дослідники також можуть спостерігати за змінами з часом. Вони можуть використовувати супутникові дані для вивчення таких тем, як просування та відступ крижаного покриву в полярних регіонах, а також те, як це покриття змінювалося з часом. Поліцейська дільниця може вивчати зміни в даних про злочини , щоб допомогти визначити, куди призначити офіцерів.

Одне з важливих застосувань ГІС- технології на основі часу передбачає створення сповільненої фотографії , яка показує процеси, що відбуваються на

великих територіях і протягом тривалих періодів часу. Наприклад, дані про рух рідини в океані або повітряні течії допомагають вченим краще зрозуміти, як волога та теплова енергія переміщуються земною кулею.

Технологія ГІС іноді дозволяє користувачам отримати доступ до додаткової інформації про певні області на карті. Людина може вказати точку на цифровій карті, щоб знайти іншу інформацію, що зберігається в ГІС про це місце. Наприклад, користувач може натиснути на школу, щоб дізнатися, скільки учнів навчається, скільки учнів припадає на одного вчителя або які спортивні споруди має школа.

ГІС-системи часто використовуються для створення тривимірних зображень. Це корисно, наприклад, для геологів, які вивчають розломи землетрусів. Технологія ГІС робить оновлення карт набагато легшим, ніж оновлення карт, створених вручну. Оновлені дані можна просто додати до існуючої програми ГІС. Нову карту можна роздрукувати або відобразити на екрані.

Технологію ГІС можна використовувати для наукових досліджень, управління ресурсами та планування розвитку. Багато підприємств роздрібною торгівлі використовують ГІС, щоб допомогти їм визначити, де розмістити новий магазин. Маркетингові компанії використовують ГІС, щоб вирішити, кому продавати магазини та ресторани та де цей маркетинг має бути.

Вчені використовують ГІС для порівняння статистики населення з такими ресурсами, як питна вода. Біологи використовують ГІС для відстеження моделей міграції тварин. Міські, державні чи федеральні чиновники використовують ГІС, щоб допомогти спланувати свою реакцію на випадок стихійного лиха, такого як землетрус чи ураган. Карти ГІС можуть показати цим посадовим особам, які райони знаходяться в найбільшій небезпеці, де розташувати притулки для

надзвичайних ситуацій і якими маршрутами люди повинні йти, щоб дістатися до безпечного місця.

Інженери використовують технологію ГІС для підтримки проектування, впровадження та керування мережами зв'язку для телефонів, які ми використовуємо, а також інфраструктури, необхідної для підключення до Інтернету. Інші інженери можуть використовувати ГІС для розвитку дорожньої мережі та транспортної інфраструктури. Немає обмежень щодо типу інформації, яку можна аналізувати за допомогою технології ГІС [7].

Технологічні, екологічні та суспільні зміни викликають попит на доступні інструменти для географічного аналізу планування [8]. Багато вхідних даних (набори даних із географічними координатами) та вихідних даних (карти та географічно специфічні рекомендації) (рис. 11), є просторовими, що свідчить про важливість географічних інструментів у процесі транспортного планування.

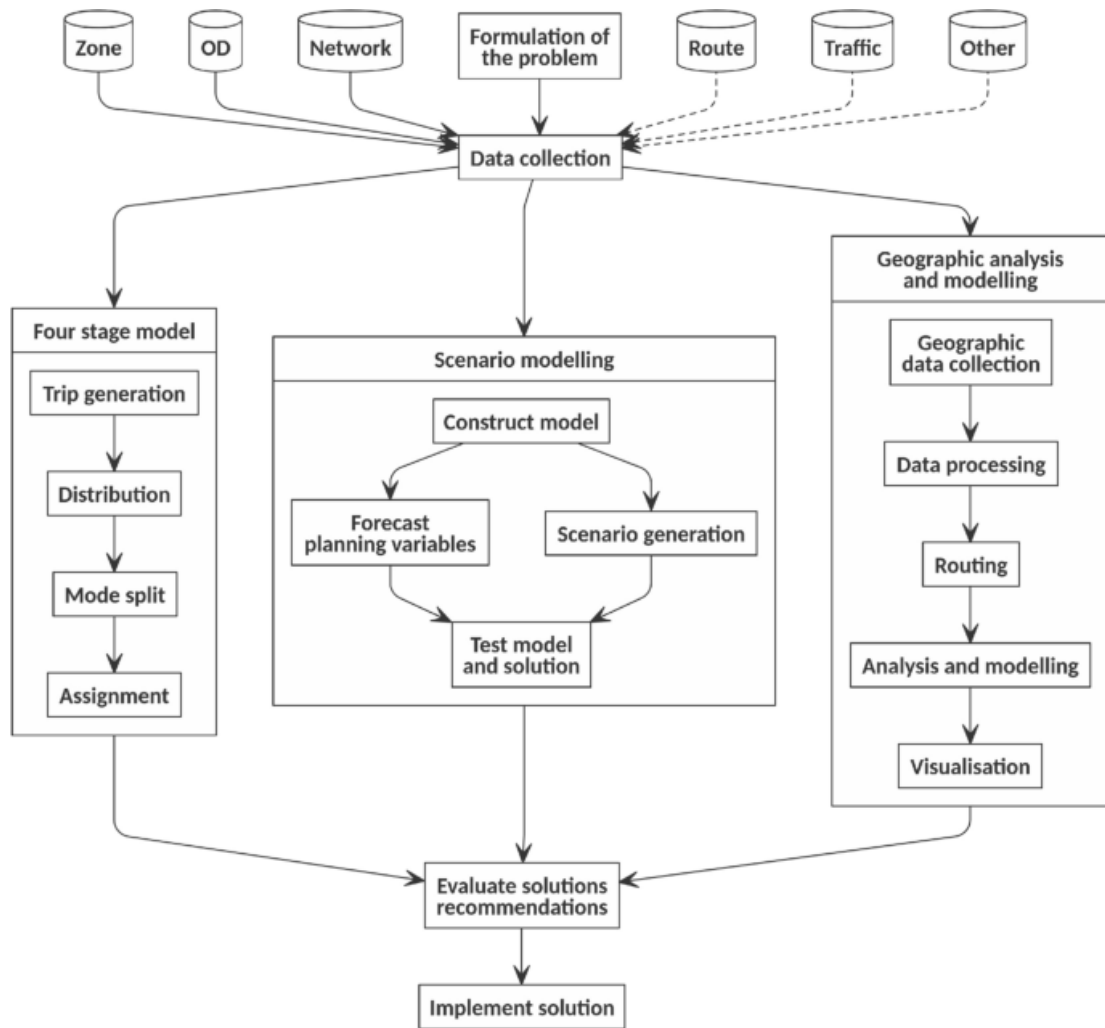


Рисунок 11 – Схематична діаграма, що ілюструє процес моделювання, географічний аналіз і чотири етапи

На сьогодні, досить популярні інструменти з відкритим кодом, деякі із них вже використовуються для вирішення проблем планування. Інструменти з відкритим кодом для географічного аналізу в плануванні були розроблені в ширшому середовищі програмного забезпечення з відкритим кодом.

Ці інструменти можна класифікувати за чотирма основними етапами, проілюстрованими (збір даних, обробка, моделювання та візуалізація). Натомість, оскільки багато інструментів можна використовувати в кілька етапів, їх можна більш корисно класифікувати з точки зору користувача. На основі відкритих інструментів, ідентифікованих за допомогою веб-пошуку, їх

можна класифікувати на наступні широкі та певною мірою дублюючі, типів інтерфейсу користувача (UI) :

- інструменти інтерфейсу командного рядка (CLI), якими в основному керують введення команд;
- інструменти графічного інтерфейсу користувача (GUI), які в основному керуються клацанням миші;
- інструменти веб-інтерфейсу користувача (WUI), до яких користувачі мають доступ через веб-браузер;
- програмні інтерфейси веб-додатків (API), до яких комп'ютери мають доступ через Інтернет.

Програмне забезпечення з відкритим кодом відрізняється від пропрієтарного програмного забезпечення тим, що користувачі можуть вільно переглядати, завантажувати та змінювати вихідний код. Свобода займає центральне місце в програмному забезпеченні з відкритим кодом, яке іноді називають просто «вільним програмним забезпеченням», визначеним Фондом вільного програмного забезпечення (FSF) наступним чином: програмне забезпечення, яке дає користувачеві свободу ділитися ним, вивчати та змінювати його. Ця адаптивність сприяє співпраці, створенню спільнот користувачів/розробників, які взаємодоповнюють один одного, і швидкому розвитку, що робить екосистеми програмного забезпечення з відкритим кодом швидкозмінними та надзвичайно різноманітними.

Неможливо обговорити всі варіанти програмного забезпечення, які можна використовувати для географічного планування: існують буквально тисячі програмних проєктів, написаних десятками мов програмування, багато з яких більше не обслуговуються.

3.1 Розгляд інструментів інтерфейсу командного рядка (CLI)

Інструменти, засновані на інтерфейсі командного рядка (CLI), призначені для керування головним чином шляхом введення команд. Інтерфейси командного рядка передували графічним інтерфейсам користувача (GUI), якими керують «вказівкою та клацанням». Навчання CLI може зайняти час, особливо для людей, які навчалися програмному забезпеченню на основі графічного інтерфейсу користувача, наприклад Microsoft Word. Після подолання часто крутих «кривих навчання» переваги інструментів на основі CLI для користувачів стають істотними.

Цей підхід може бути високопродуктивним із сотнями команд лише за кілька натискань клавіш і перевагами відтворюваності та масштабованості, пов'язаних із представленням обчислювальних робочих процесів у коді. Програмування також забезпечує гнучкість: користувач не обмежений параметрами, наданими в GUI, і в багатьох інструментах на основі CLI може визначати нові функції. Цей підхід також має переваги для розробників : значно легше писати програмне забезпечення без необхідності розробки графічного інтерфейсу користувача, зменшуючи бар'єр для входу для потенційних учасників. Простота розробки пояснює, чому CLI є найпоширенішим типом інструменту з відкритим кодом для географічного аналізу.

Інструменти CLI для географічного аналізу в плануванні, які найдовше працюють і все ще активно підтримуються, це SUMO (вперше випущений у 2001 році) і MATSim (вперше випущений у 2006 році). Обидва проекти працюють на «мікроскопічному» (вуличному) рівні та імітують окремі транспортні засоби з високою просторовою та часовою роздільною здатністю, хоча акцент MATSim більше робиться на загальноміському аналізі порівняно з акцентом на моделюванні руху на перехрестях у SUMO (рис.12) . Існують докази використання обох проектів у контексті прикладного транспортного планування з MATSim зокрема цитується в десятках прикладних документів з планування. Жоден проект не зосереджений на

географічному аналізу, але обидва покладаються на географічні вхідні дані (детальні геометрії доріг) і створюють географічні результати.



Рисунок 12 – Логотип інструменту SUMO

MATSim (рис.13), що розшифровується як Multi-Agent Transport Simulation, можливо, є більш амбітним проектом, який дозволяє моделювати системи цілих міст, створюючи можливості для детальних експериментів з моделлю на основі мереж, які можна редагувати за допомогою плагіна до JOSM GIS. SUMO зосереджено на моделюванні дорожнього руху на ділянках доріг і розв'язках, і хоча наголос не робиться на географічному аналізі, включення редактора географічної мережі доріг (називається NETEDIT) означає, що інструмент можна використовувати для аналізу географічних сценаріїв змін.



Рисунок 13 – Логотип інструменту MATSim

Зі складними інструкціями по установці та експлуатації SUMO і MATSim обидва призначені для досвідчених користувачів. Це має перевагу у тому, що дозволяє проводити багато дослідницьких і (особливо у випадку

MATSim) варіантів прикладного використання через гнучкість інструментів, але має недолік у зменшенні доступності.

Решта інструментів на основі CLI є меншими, простішими та доступнішими пакетами R/Python, які вписуються в рамки цих уже існуючих екосистем програмного забезпечення з відкритим кодом. OSMnx – це пакет Python для завантаження та аналізу транспортних мереж із OpenStreetMap, який зосереджений на аналізі міських транспортних мереж. OSMnx використовувався для широкого спектру дослідницьких і реальних додатків, зосереджуючись на аналізі просторової мережі за допомогою функцій для розрахунку ряду показників транспортної мережі.

Movingpandas (див.рис.14) – це пакет Python і плагін QGIS для візуалізації широкого діапазону наборів даних руху, зосереджених на даних траєкторії. Momery – це пакет Python для вимірювання «урбаністичної морфології», що означає вимірювання та аналіз колекцій географічних об'єктів, які утворюють міста.



Рисунок 14 – Логотип інструменту Movingpandas

Інші пакети Python у таблиці 2 мають ширші повноваження (і певною мірою збігаються), спрямовані на підтримку ряду цілей транспортного планування. UrbanSim і UrbanAccess – це пакети Python, які є частиною

проекту. Перший орієнтований на статистичний аналіз загальноміських транспортних систем, а другий – на аналіз даних географічної транспортної мережі з точки зору доступності.

Документація, що описує ці інструменти, підкреслює їх здатність допомагати міським плановим організаціям (МРО) визначати пріоритетність інвестицій, які економічно ефективно підвищують доступність для тих, хто найбільше потребує.

Окрім використання даних OSM, UrbanAccess може імпортувати та обробляти дані GTFS для розрахунку тривалості мультимодальних подорожей та інших показників. UrbanPy має схожі цілі та включає функціональні можливості для розгортання контейнерів Docker для маршрутизації за допомогою механізму маршрутизації OSRM, підкреслюючи взаємодію між інструментами з відкритим кодом.

Як і `MoMery`, `Spaghetti` – пакет (що розшифровується як `SPAtial GrapHs: NETworks, Topology, & Inference`) зосереджений на аналізі вуличних мереж, але зосереджений менше на міській морфології, а більше на статистиці на рівні сегментів.

`Scikit-mobility` (рис.15) реалізує структуру для статистичного моделювання поведінки під час подорожей, включаючи функції для оцінки руху між географічними зонами за допомогою моделей просторової взаємодії, а також призначення маршруту.



Рисунок 15 – Логотип інструменту Scikit-mobility

Пакет JavaScript Trip-simulator від некомерційної організації Shared Streets дозволяє здійснювати географічний аналіз для транспортного планування шляхом імітації потоків GPS у вуличних мережах. Його інтерфейс командного рядка дозволяє симулювати різноманітні типи поїздки і об'єми, які, враховуючи новий макет вуличної мережі, можна використовувати для оцінки впливу змін на мережу.

Решта два інструменти на основі CLI – це пакети R, орієнтовані на прикладне планування. Stplanr (що означає стійке транспортне планування з R) містить ряд функцій для обробки відправлення-призначення, маршрутів і мереж маршрутів. Пакет використовує явно географічний підхід до транспортного планування, і багато функцій використовують географічні операції, такі як буфери та просторове агрегування, у робочих процесах, які починаються з даних про відправлення та пункт призначення та закінчуються оцінками попиту на подорожі аж до рівня мережі маршрутів за різними сценаріями зміни. Orentripplannerце R – пакет для мультимодального маршрутизації та аналізу доступності, який надає інтерфейс до бібліотеки Java OpenTripPlanner, уможливаючи не лише розрахунок часу в дорозі та геометрії маршруту, але й грошові витрати та ізохронні карти доступності, де дозволяють дані GTFS.

3.2 Розгляд інструментів графічного інтерфейсу користувача (GUI)

Окрім A/B Street, усі інструменти на основі графічного інтерфейсу, є плагінами QGIS. Це стало несподіванкою: враховуючи домінування графічних інтерфейсів користувача в багатьох сферах обчислювальної

техніки, можна було б очікувати, що буде розроблено низку автономних інструментів транспортного планування (критерій того, що інструменти повинні активно підтримуватися, щоб їх розглядати, пояснює виключення деяких інструментів такі як *Tranus*).

A/B Street рекламує себе не як інструмент планування транспорту, а як гру та навчальний інструмент. Однак це не означає, що йому бракує можливостей. *A/B Street* поєднує в собі можливості *MATSim* у режимі реального часу з зручністю використання онлайн-інструментів, таких як *Streetmix*, про які йдеться в наступному розділі, використовуючи підхід «*SimCity*» до планування транспорту, водночас дозволяючи користувачеві збільшувати масштаб до окремих транспортних засобів (поки вони рухаються за допомогою рухомої камери!) і змінюйте геометрію планування вулиць за допомогою інтуїтивно зрозумілого вбудованого редактора.

Плагіни *QGIS* для планування чітко зосереджені на географічному аналізі для планування. Плагіни *AequilibraE* , *QNEAT3* і *Networks* надають різноманітні інструменти планування зі зрілої та популярної геоінформаційної системи (*GIS*) на основі графічного інтерфейсу *QGIS*. *AequilibraE* надає широкий спектр функцій для обробки транспортних мереж і призначення трафіку, як детально описано на веб-сайті основної документації проекту. *QNEAT3* надає вужчий, але добре задокументований набір алгоритмів для програм транспортного планування, включаючи найкоротший шлях, мережеві буфери та візуалізацію матриці *OD*.

Плагін *Networks* (рис. 16) використовує інтерфейс із зовнішнім програмним забезпеченням *Mulsiw* для увімкнення мультимодальної маршрутизації та імпорту даних *GTFS*. Плагін *AwaP* використовує дані про міські «квартали» (зазвичай будівлі) для розрахунку показників, що стосуються прохідності. Інструмент можна використовувати для порівняння міської морфології міст різних районів з точки зору доступності.

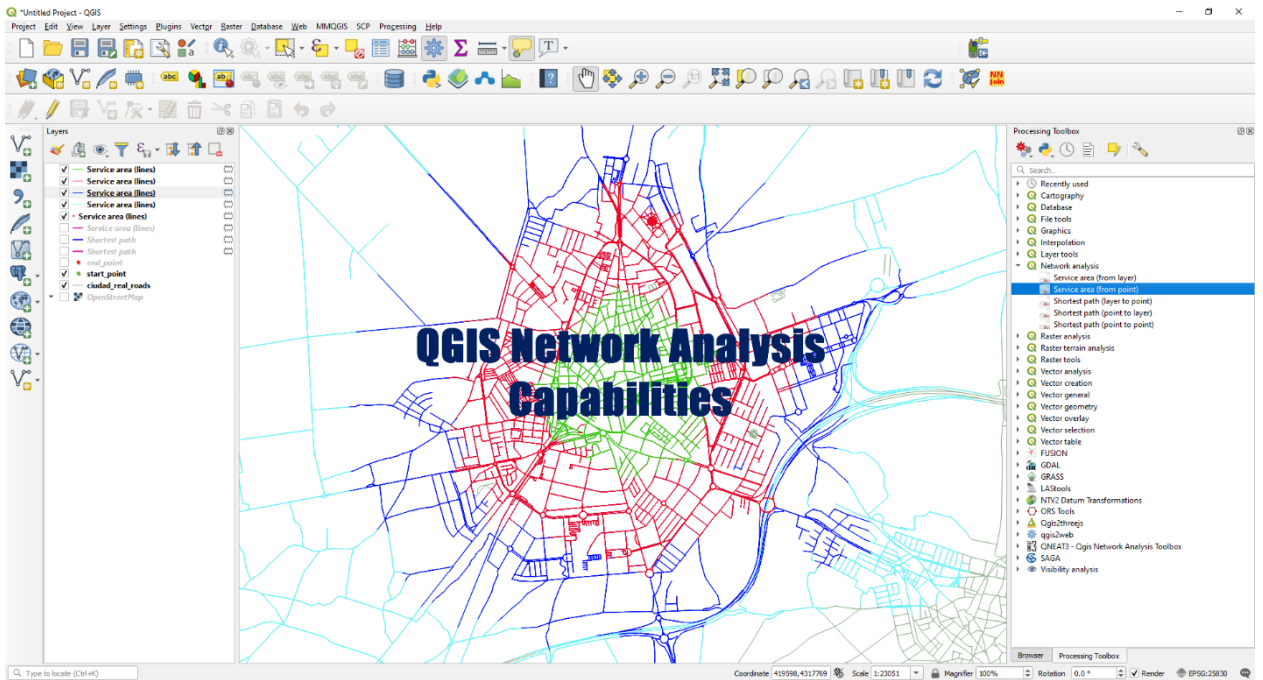


Рисунок 16 – Логотип плагіну Networks

Нарешті, плагін sDNA QGIS надає інтерфейс для проекту C++ sDNA, інструменту для аналізу просторової мережі, який був розроблений для підтримки транспортного планування для піших і велосипедних прогулянок. Доступний ряд функцій аналізу мережі маршрутів, що дозволяє користувачеві параметризувати моделі для найкращого представлення поведінки подорожей у масштабах міста на основі високопродуктивної маршрутизації між кожною вершиною мережі.

Змінюючи характеристики та геометрію мережі або коригуючи параметри, можна проводити модельні експерименти в sDNA, щоб представити сценарії змін.

3.3 Розгляд інструментів веб-інтерфейсу користувача (WUI)

Встановлення та запуск коду на досить потужних комп'ютерах вже давно є перешкодою, яка заважає людям отримати доступ до програмного забезпечення, і інструменти планування транспорту не є винятком. У цьому контексті веб-інтерфейси користувача (WUI, під яким я маю на увазі графічний інтерфейс користувача в браузері, а не веб-API) можуть надати численні переваги з точки зору спільного планування (хоча хмарні рішення також становлять ризики з точки зору концентрації обробки та економічна сила).

Як і A/B Street, CityBound використовує ігровий підхід до планування з інтерактивним редактором і підходом на основі агентів, який дозволяє сотням транспортних засобів взаємодіяти в мережах масштабу міста в режимі реального часу. Мабуть, найцікавішою його особливістю з точки зору планувальника є структура редагування, яка пропонує «потужність і виразність професійних інструментів САПР, водночас набагато інтуїтивніше та цікавіше у використанні».

Також як вулиця A/B проект не походить із контексту транспортного планування, натомість підходить до планування міста з точки зору інформатики з використанням останніх розробок цифрових технологій, таких як WebAssembly, щоб розширити межі, що частково пояснює популярність проекту серед розробників, про що свідчить той факт, що він має більше ніж 6 тис. «зірок» на GitHub.

Streetmix в основному доступний і використовується як безкоштовний і відкритий веб-сервіс, розміщений на streetmix.net, але це також проект програмного забезпечення з відкритим кодом, який підтримується гігантом безкоштовного програмного забезпечення Mozilla, який дозволяє будь-кому створити локальний екземпляр служби.

На відміну від інших проектів, Streetmix не використовує двовимірні дані (широта/довгота), а натомість дозволяє користувачеві інтерактивно редагувати одновимірний профіль вулиці від краю будівель з одного боку до

іншого. Користувач може додавати тротуари, велосипедні доріжки, естетичні елементи, такі як дерева та інші предмети, щоб підтримувати політику та проекти сталішого планування.

Conveyal Analysis (рис.17) є кроком у цьому напрямку, надаючи розміщену послугу для сценаріїв змін у масштабах міста. Однак, маючи лише 19 зірок на GitHub і обмежену документацію, інструмент аналізу ще має пройти певний шлях, перш ніж він створить «спільноту практиків», якою користуються більш відомі та добре задокументовані проекти, такі як MATSim .



Рисунок 17 – Логотип інструменту Conveyal Analysis

Проекти `flowmap.blue` і `TrajAnalytics` на основі JavaScript/TypeScript – це інтерактивні веб-інструменти візуалізації даних про географічну мобільність, які знаходяться на протилежних кінцях спектру з точки зору розміру та складності. `Flowmap.blue` – це легкий інструмент, який зосереджується на простоті використання та, завдяки однойменному пакету R, сумісності для людей, які працюють з даними джерело-призначення.

TrajAnalytics – це великий (у архіві 83 МБ) проект, що забезпечує структуру візуалізації для відображення та аналізу великих наборів даних траєкторії. На відміну від Streetmix, який зосереджується на рівні окремих вулиць, обидва проекти призначені для візуалізації загальноміських і регіональних транспортних систем (див.рис.18).

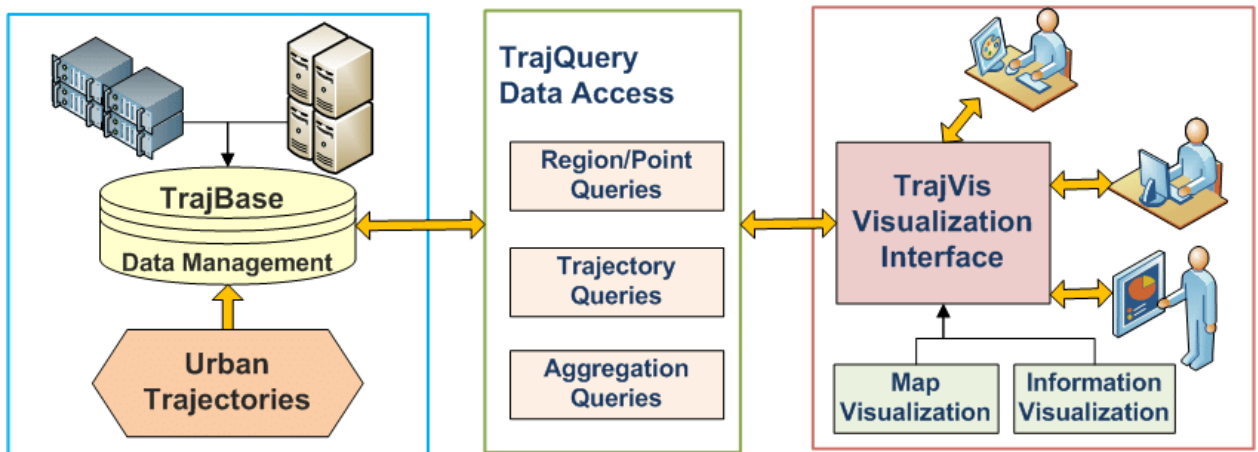


Рисунок 18 – Схема взаємодії програмного фреймворку TrajAnalytics

Інструмент Propensity to Cycle Tool (PCT) – це інтерактивний веб-інструмент на основі карт, призначений для підтримки економічно ефективних інвестицій у велосипедну інфраструктуру (рис.19). Акцент робиться на тому, де будувати, щоб максимізувати поглинання їзди на велосипеді. Досліджуючи сценарії змін, зокрема Go Dutch, у якому симулюються рівні їзди на велосипеді, щоб зрости до рівня Голландії по всій країні, планувальники, активні прихильники подорожей та інші зацікавлені сторони створюють бізнес-кейси для інвестування відповідно до бажаних ліній із високим потенціалом їзди на велосипеді та краще розуміють переваги для здоров'я та навколишнього середовища втручання в різних місцях.



Рисунок 19 – Логотип інструменту Propensity to Cycle Tool

Наведені вище короткі описи CLI, GUI та інструментів WUI для планування транспорту показують різноманітність підходів до географічних даних, починаючи від 1D редагування в Streetmix до повного редагування та аналізу географічних даних, доступних користувачам інструментів на основі QGIS.

Не існує єдиного інструменту, який би володів усіма бажаними функціями інструментів для географічного аналізу в транспортному плануванні. Як правило, існує компроміс між складністю інструменту та простотою використання, наприклад, MATSim і SUMO є складними, але складними у використанні, а Streetmix забезпечує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, але обмежені географічні можливості. Є винятки A/B Street забезпечує зручний інтерфейс і навіть «демонстраційний» режим, натхненний дизайном комп'ютерних ігор, але також має складну функціональність, хоча через характер проекту та зосередженість на навчанні/розвагах, а не на транспортному плануванні в реальному світі, ці можливості ще не доступні бути задокументовано в застосованих налаштуваннях.

Існує велика різноманітність інструментів з відкритим кодом, навіть у обмеженій ніші інструментів для географічного аналізу в плануванні, яка все ще зароджується. Схоже, що в кожній екосистемі програмного забезпечення, як-от пакети R, пакети Python і плагіни QGIS, існує більше різноманітності, ніж між ними, незважаючи на те, що розробники програмного забезпечення в

кожній екосистемі пов'язані загальною мовою/підходом. Програмне забезпечення розробляється не ізольовано, а в соціальному контексті, і спільна природа інструментів з відкритим кодом, як правило, заохочує рішення, які є взаємо-підтримуючими, а не конкуруючими.

Очевидно, що різні інструменти мають різні можливості, і більшість інструментів можна використовувати для аналізу явищ на кількох рівнях аналізу. Крім того, хоча інструмент має «найпоширеніший масштаб», це не означає, що його не можна використовувати у великих чи менших масштабах.

4 РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОЇ КАРТИ ЗАСОБАМИ ГІС

Під час виконання практичної частини магістерської кваліфікаційної роботи, буде використовуватися ПЗ QGIS, та його плагіни [9].

На першому етапі розробки карти, необхідно в середовище завантажити відповідний шар, в даному випадку – це шар з всіма існуючими адміністративними громадами України (рис. 20). Після завантаження в середовище, можна змінити колір даного шару чи виконати певні маніпуляції для подальшої роботи.

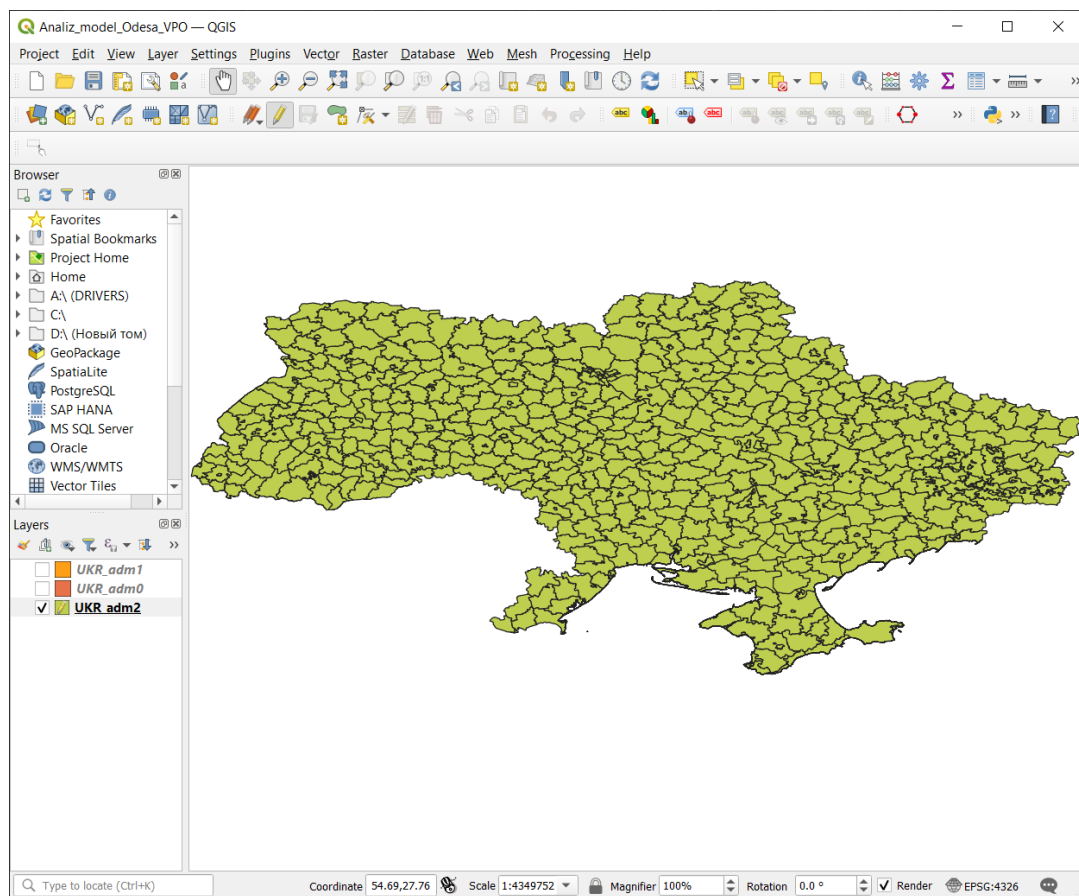


Рисунок 20 – Відображення карти України в середовищі QGIS

Для відображення додаткової інформації, можна перейти до таблиці атрибутів, це можна зробити натиснувши на відповідний пункт меню Open Attribute Table (див.рис. 21).

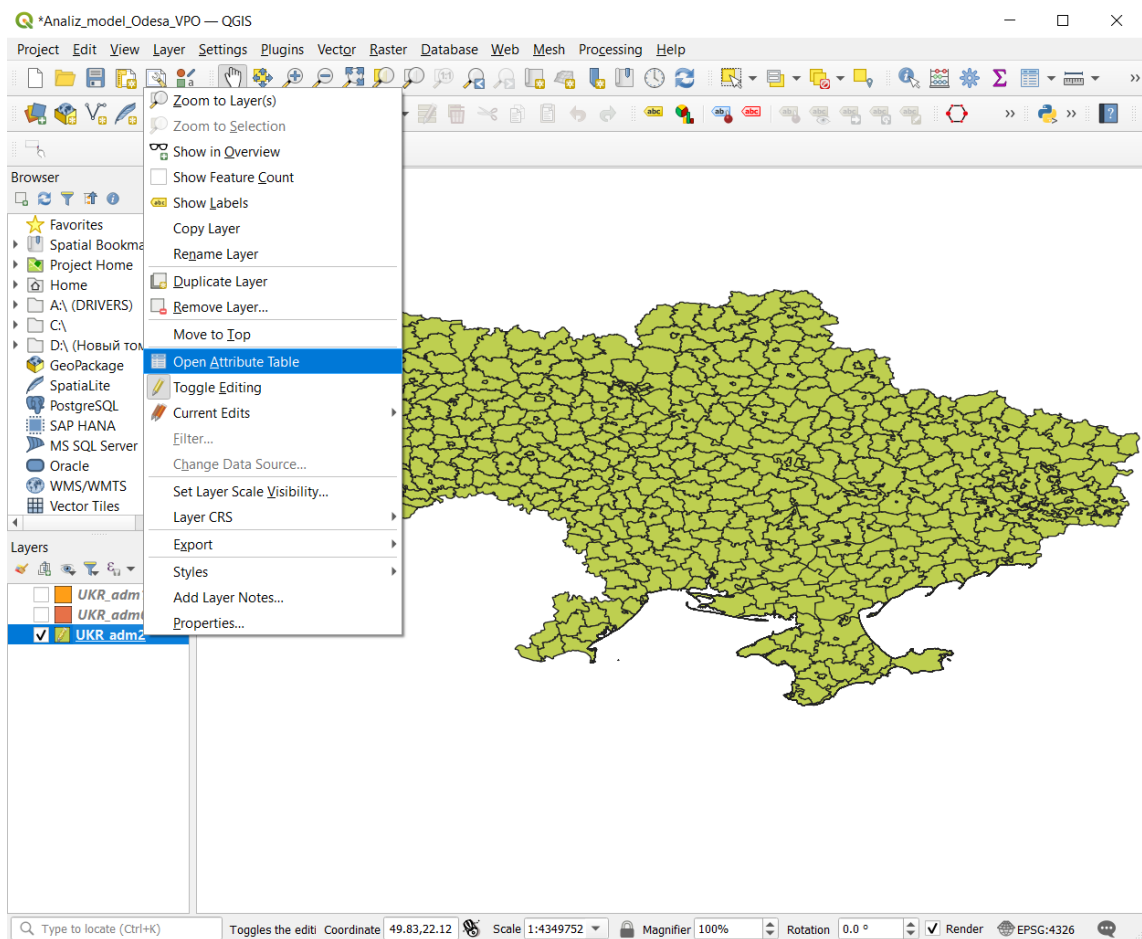


Рисунок 21 – Відкриття таблиці атрибутів карти в середовищі QGIS

У головному вікні ПЗ, з'явиться відображення таблиці атрибутів (рис.22), а саме з рис. видно, що дана таблиця атрибутів складається з таких атрибутів як:

- ID_0 (відповідає за кількість адміністративних одиниць на карті);
- ISO (абривіатура від колонки NAME_0);
- NAME_0 (назва країни);
- ID_1 (номер області, номери областям задані випадковим чином);
- NAME_1 (назва області);

- ID_2 (номер, що присвоєний адміністративній громаді);
- NAME_2 (назва адміністративної громади);
- TYPE_2 (тип громади);
- ENGTYPE_2 (тип – англійською);
- NL_NAME_2 (поле типу текст, яке буде використовуватися в подальшій роботі);
- VARNAME_2 (поле, що відображає до якого району відносить громада).

ID_0	ISO	NAME_0	ID_1	NAME_1	ID_2	NAME_2	TYPE_2	ENGTYPE_2	NL_NAME_2	
208	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	394	Anan'-vs'kyi	Raion	District	NULL
209	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	395	Artsyz'kyi	Raion	District	NULL
210	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	396	Balts'kyi	Raion	District	NULL
211	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	397	Berezivs'kyi	Raion	District	NULL
212	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	398	Bilhorod-Dnistr...	Mis'ka Rada	Mis'ka Rada	NULL
213	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	399	Bilhorod-Dnistr...	Raion	District	NULL
214	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	400	Bilia'vs'kyi	Raion	District	NULL
215	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	401	Bolhrad's'kyi	Raion	District	NULL
216	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	402	Frunzivs'kyi	Raion	District	NULL
217	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	403	Ivanivs'kyi	Raion	District	NULL
218	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	404	Izma'l's'ka	Misto	City	NULL
219	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	405	Kiliis'kyi	Raion	District	NULL
220	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	406	Kodyms'kyi	Raion	District	NULL
221	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	407	Kominternivs'kyi	Raion	District	NULL
222	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	408	Kotovs'ka	Misto	City	NULL
223	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	409	Kotovs'kyi	Raion	District	NULL
224	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	410	Krasnooknians'kyi	Raion	District	NULL
225	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	411	Liubashivs'kyi	Raion	District	NULL
226	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	412	Mykola'vs'kyi	Raion	District	NULL
227	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	413	Odes'ka	Misto	City	NULL
228	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	414	Ovidiopol's'kyi	Raion	District	NULL
229	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	415	Renis'kyi	Raion	District	NULL
230	240	UKR	Ukraine	17	Odessa	416	Rozdil'nias'kyi	Raion	District	NULL

Рисунок 22 – Відображення таблиці атрибутів карти в середовищі QGIS

Пошук необхідних адміністративних громад в таблиці атрибутів, можна виконати за допомогою вбудованого метода фільтрування (враховуючи, що моделювання під час виконання даної кваліфікаційної роботи орієнтовано на

Одеську область), як параметр можна вказати ID_1 та NAME_1, які в таблиці атрибутів відповідають таким значенням ID_1 – 17, а NAME_1 – Odesa. Скріншоти вищеприданого процесу, представлено нижче (рис.23 та рис.24)

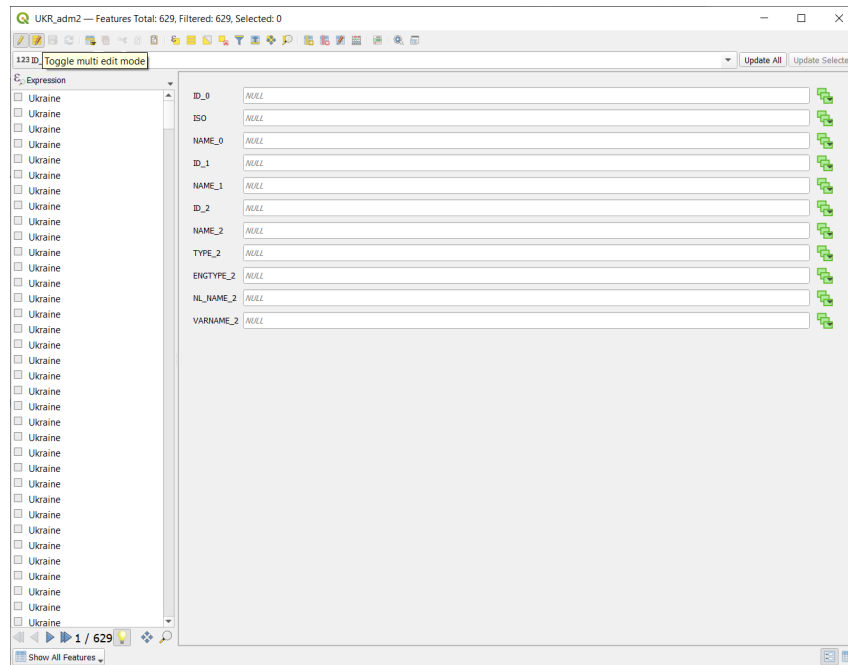


Рисунок 23 – Відображення модального вікна таблиці атрибутів в QGIS

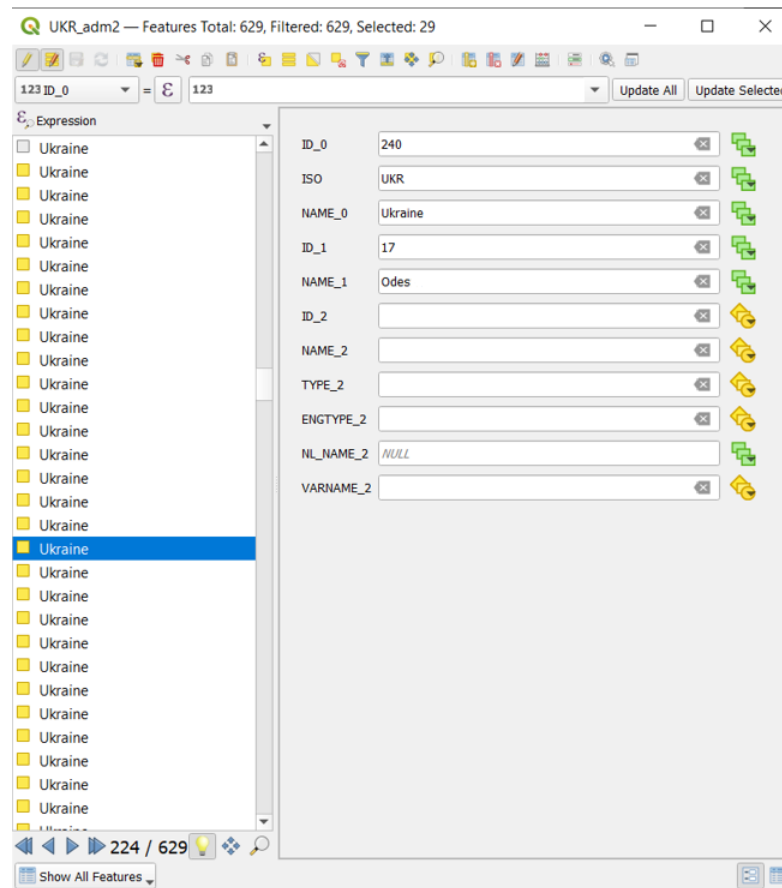


Рисунок 24 – Відображення необхідних територій в модальному вікні таблиці атрибутів в QGIS

Після відображення лише необхідних адміністративних громад, можна перейти до наступного етапу. А саме, відокремлення Одеської області, – це забезпечить зрозумілішу візуалізацію. Представлений в подальшому матеріал при відображенні, буде зрозумілий та необхідним. На рис.25 представлено, відокремлену для наглядності область з всіма громадами.

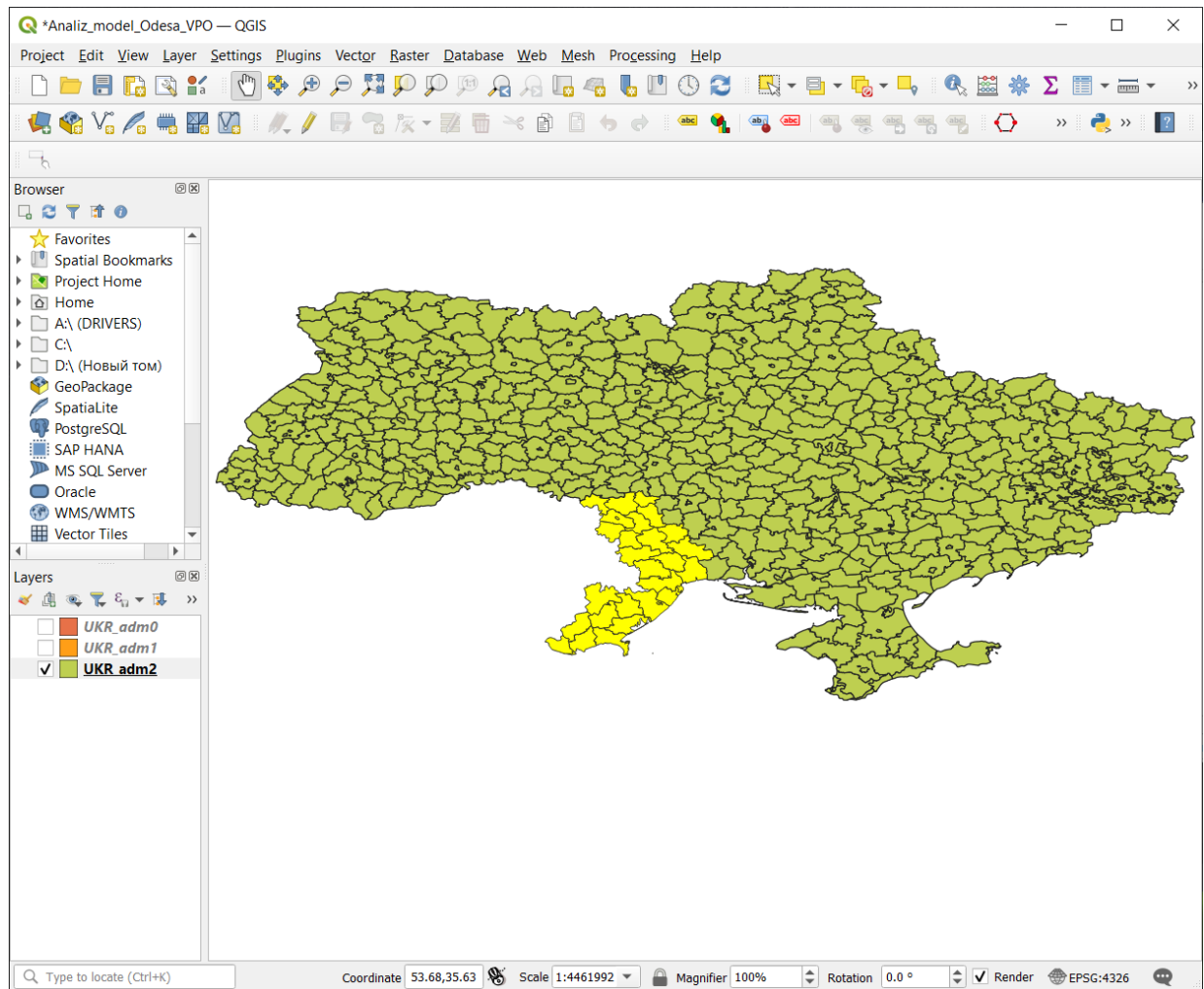


Рисунок 25 – Відображення карти України з підсвіченою територією Одеської області в QGIS

За допомогою, пункту меню Styles можна змінити колір вибраного шару. Що дозволяє відокремити, підкреслити особливість та акцентувати увагу користувача на необхідному фрагменті карти (рис.26 та рис.27)

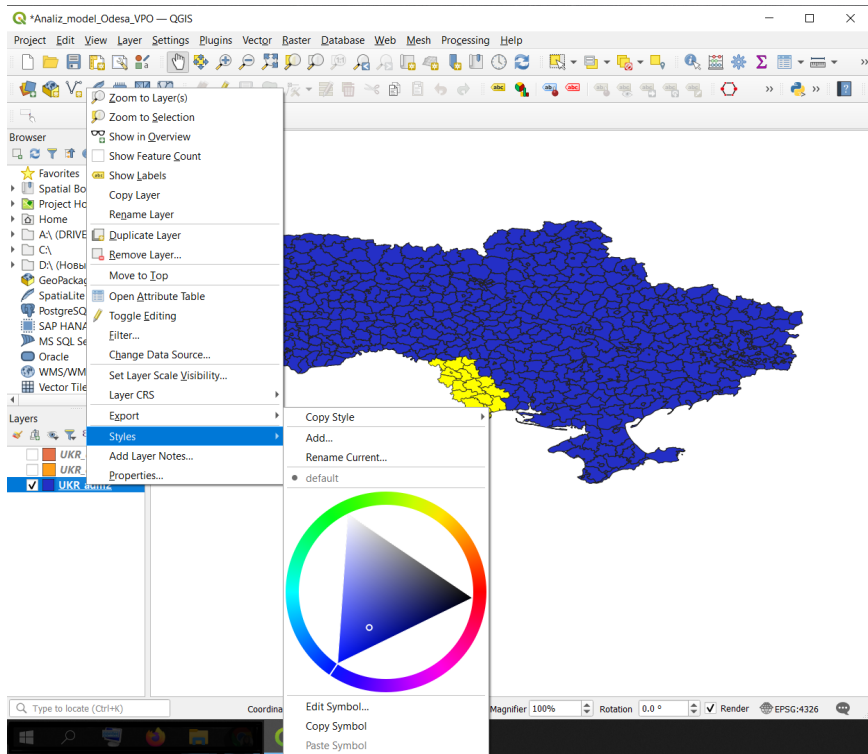


Рисунок 26 – Налаштування заміни кольору території з використанням меню Styles

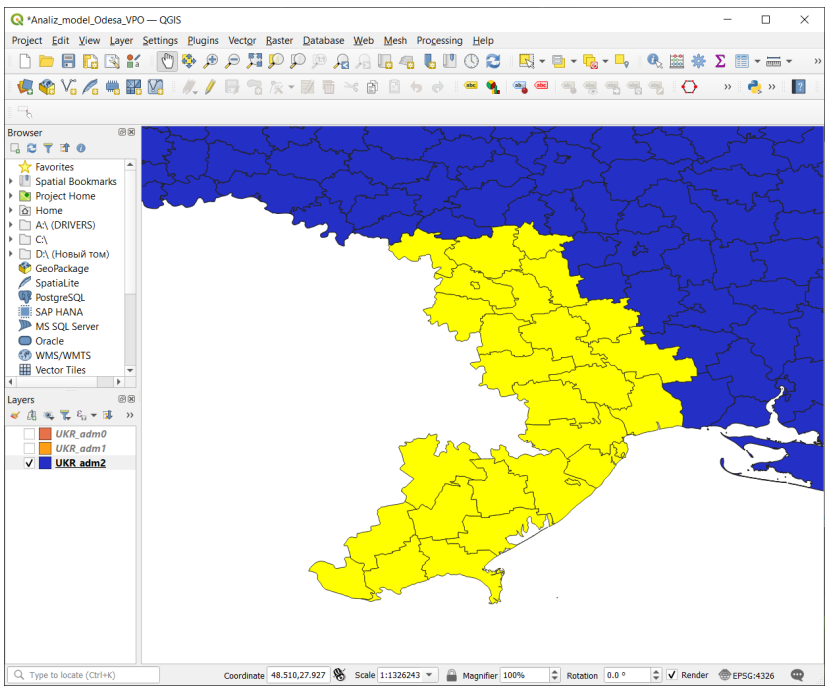


Рисунок 27 – Зміна кольору обраної території з використанням меню Styles

Наступним кроком є експорт на окремий шар Одеську область (рис.28), в подальшому це дозволить не редагувати та застосовувати зміни для всієї карти, а лише для вибраної території. Для експорту обраної території, необхідно використати Save Selected Features As..

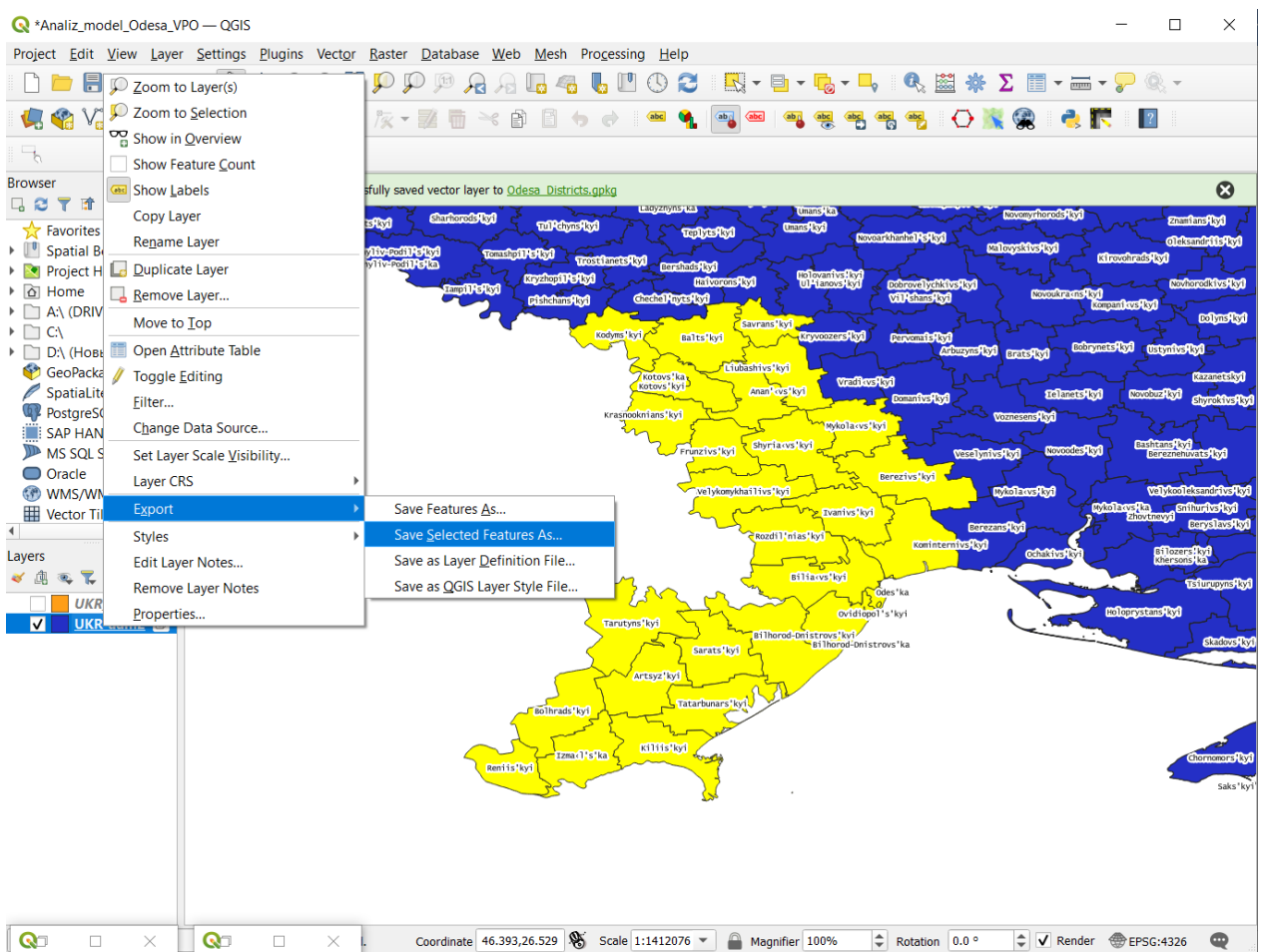


Рисунок 28 – Експорт обраної території (Одеської області) на окремий шар

Для того, щоб зберегти обрану територію в окремий векторний шар – у вікні, що з'явиться як обов'язковий параметр слід вказати формат, ім'я файлу

та назву шару. За необхідності, можна додати Опис до даного шару. Після завершення редагування даних, для завершення слід натиснути на кнопку ОК (рис.29).

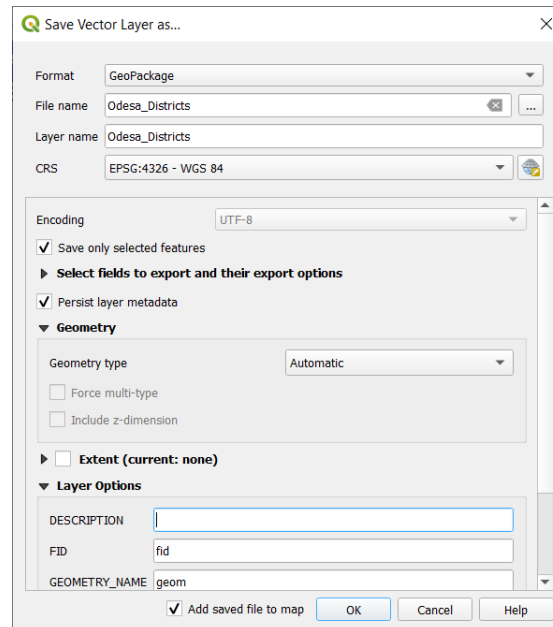


Рисунок 29 – Внесення основних параметрів для експорт обраної території (Одеської області) на окремий шар

У відповідній області вікна ПЗ, з'явиться новий шар з ім'ям яке було вказано при зберіганні (рис. 30).

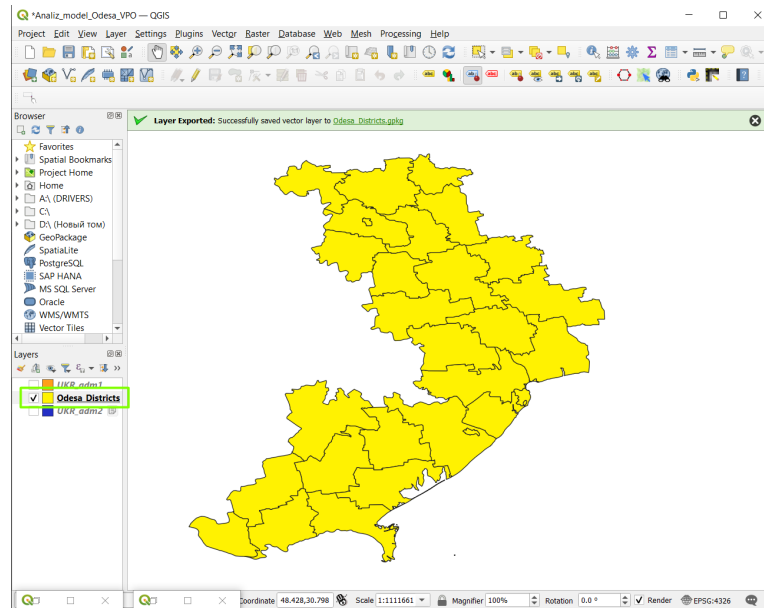


Рисунок 30 – Відображення обраної території (Одеської області) на
окремому шарі після експорту в середовищі QGIS

Наступним кроком, є відображення назв громад Одеської області на створеному шарі карти. Для цього варто перейти до інструмента Layer Styling. На панелі обрати Single Labels, після обрати найменування шрифту, стиль, розмір та колір, перейшовши на наступні вкладки можна додати тінь та обрати для її колір (див.рис.31)

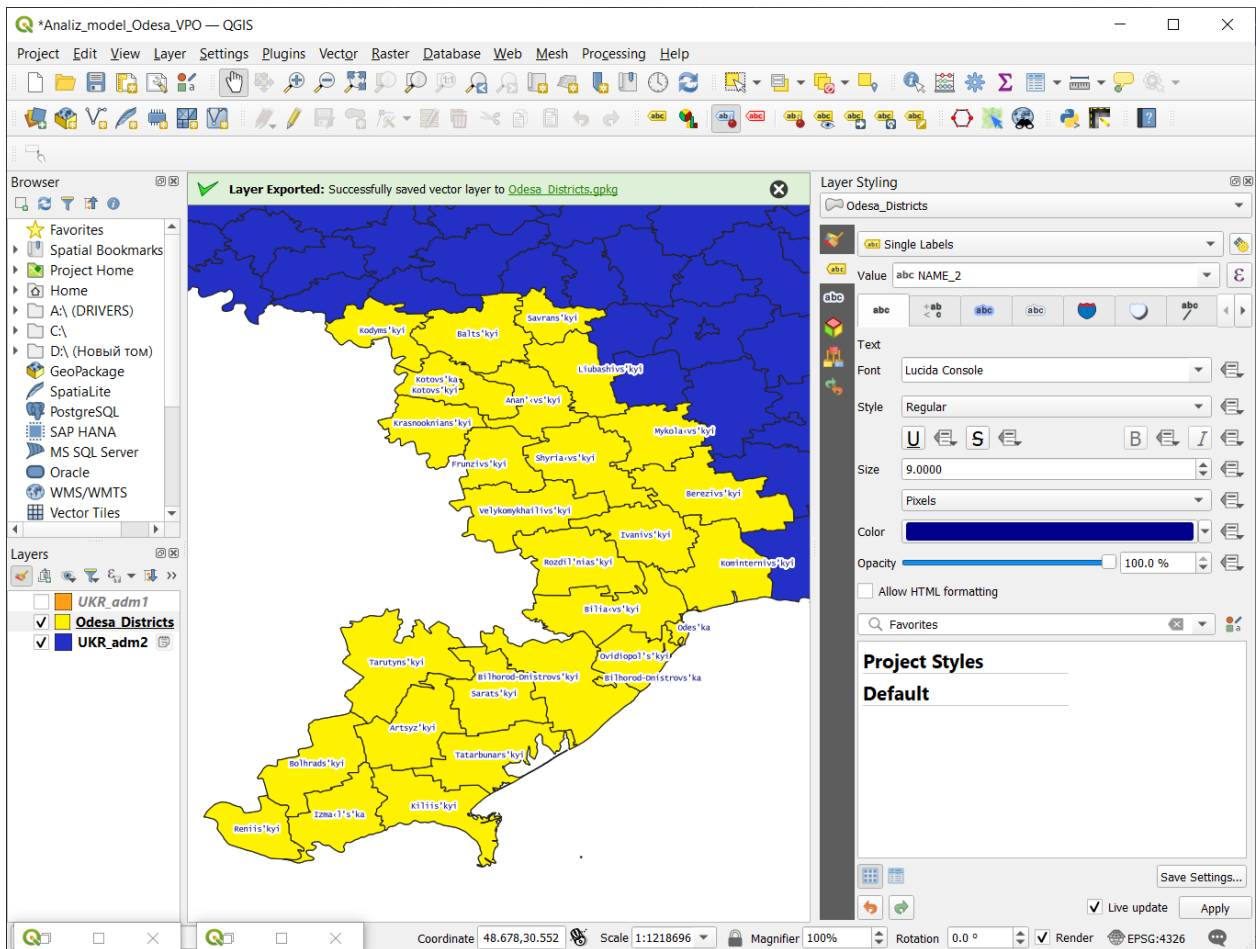


Рисунок 31 – Налаштування відображення назв громад в Одеській області

Відображення, на одному шарі всіх громад – досить складно поєднується з подальшою задумкою, а саме відображення інформації щодо кожної громади окремо. Тому, було вирішено кожну з громад Одеської області зберегти на окремому шарі. Після виконання процесу експорту, кожної з 29 громад на окремий шар, – було отримано групу шарів (рис.32). А для більш коректного відображення, по аналогії з вищеописаним етапом, для кожної громади було додано – назву.

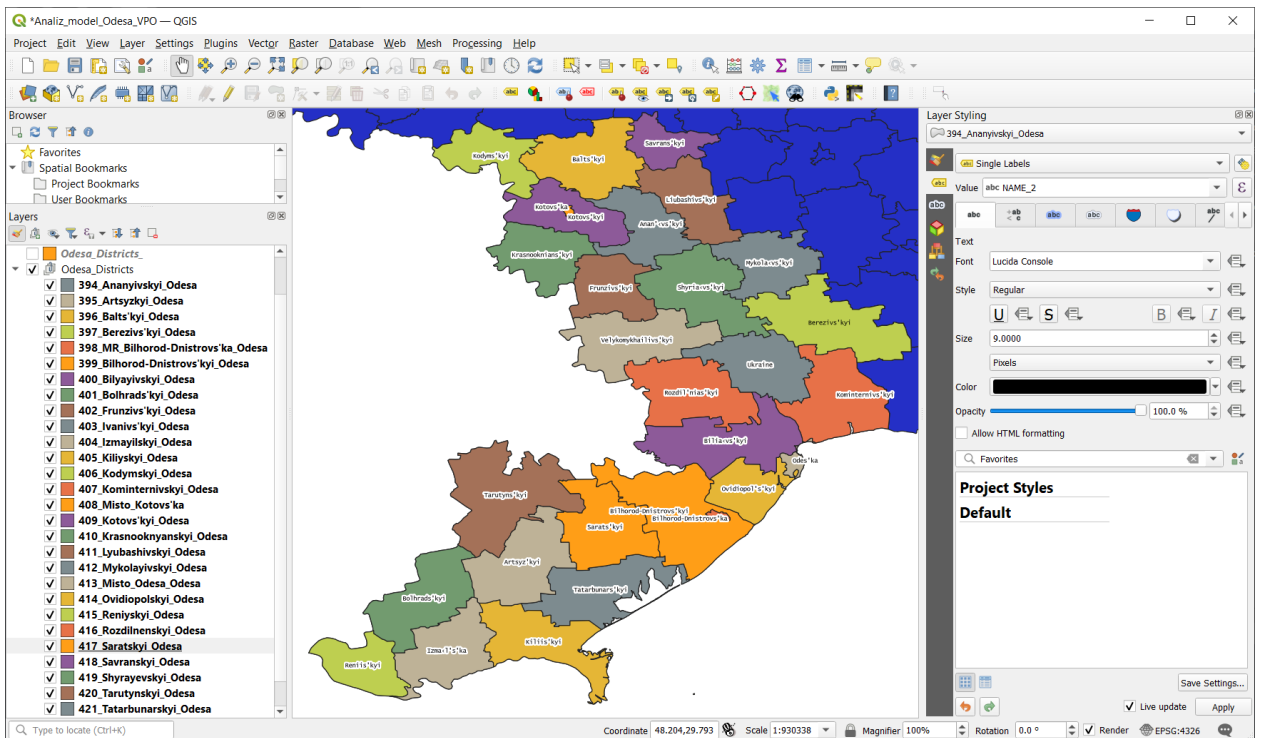


Рисунок 32 – Експортування кожної з 29 громад на окремий шар

Слід зазначити, чому саме громади відображаються на карті. З 2020 року, було закріплено 7 районів в Одеській області (до постанови Верховної ради України їх було 29):

- Березівський район;
- Білгород-Дністровський район;
- Болградський район;
- Ізмаїльський район;
- Одеський район;
- Подільський район;
- Роздільнянський район.

Оскільки будь яка карта, в першу чергу розробляється для зручності відображення, пошуку інформації і тд. Виникла ідея згрупувати раніше розділені шари так, щоб візуально було зрозуміло до якого з районів відноситься та чи інша громада. Таким чином, на рис.33 відображено міські/сільські громади, за допомогою зафарбування різними кольорами

відповідних територій – стало візуально зрозуміло, до якого району відносить та чи інша громада.

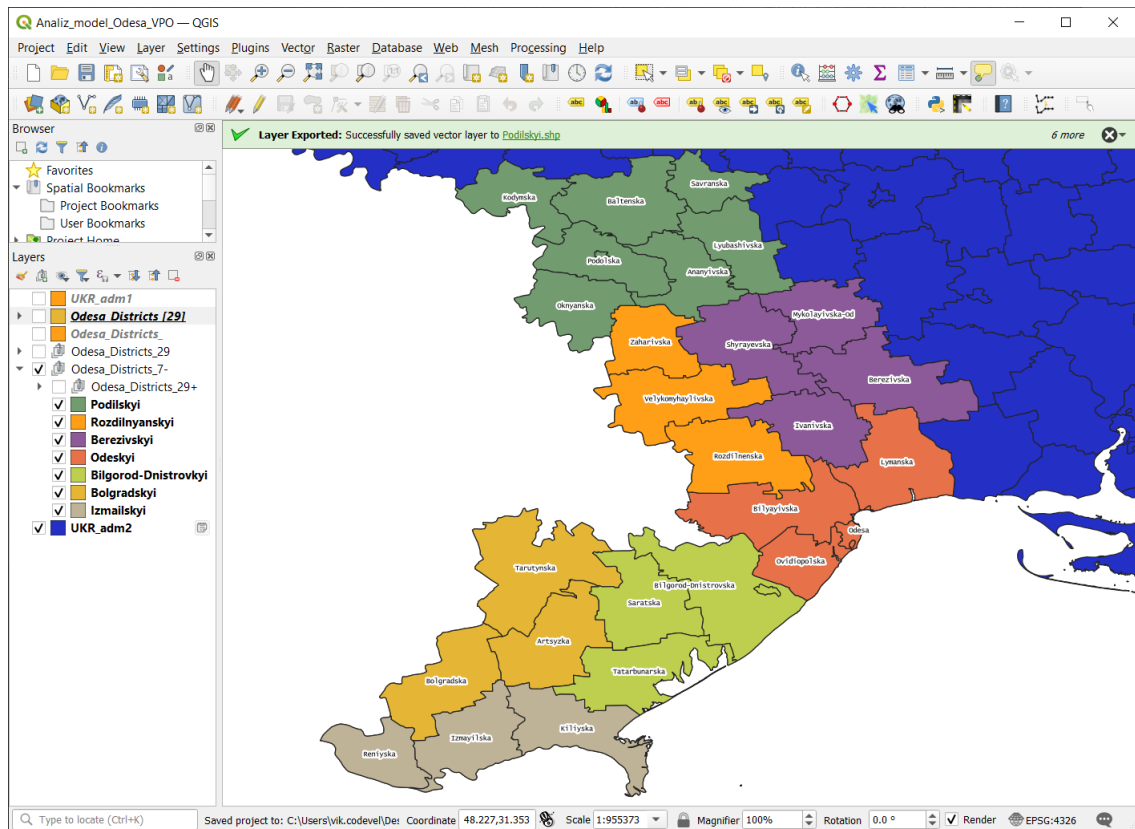


Рисунок 33 – Відображення громад по районах (залежить від кольору району) в середовищі QGIS

Подальшим етапом є, редагування таблиці атрибутів враховуючи лише необхідні атрибути. Таким чином, після редагування таблиця має вигляд:

- NAME_0 (назва країни);
- NAME_1 (назва області);
- NAME_2 (назва адміністративної громади);
- ENGTYPE_2 (тип – англійською);
- VARNAME_2 (поле, що відображає до якого району відносить громада).

А також було додано нові атрибути (див.рис.34 та рис.35):

- JUN (кількість зареєстрованих ВПО станом на початок червня);

- AUG (кількість зареєстрованих ВПО станом на початок серпня).

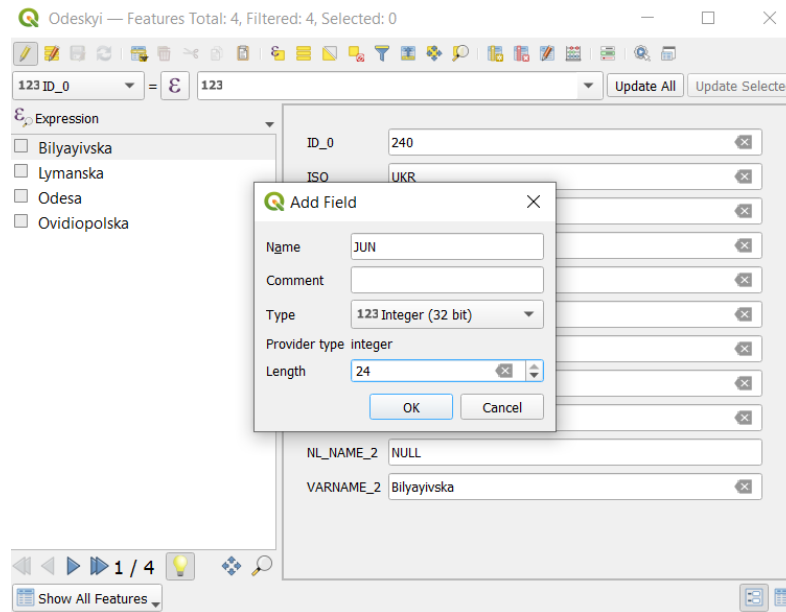


Рисунок 34 – Створення нових полів в таблиці атрибутів

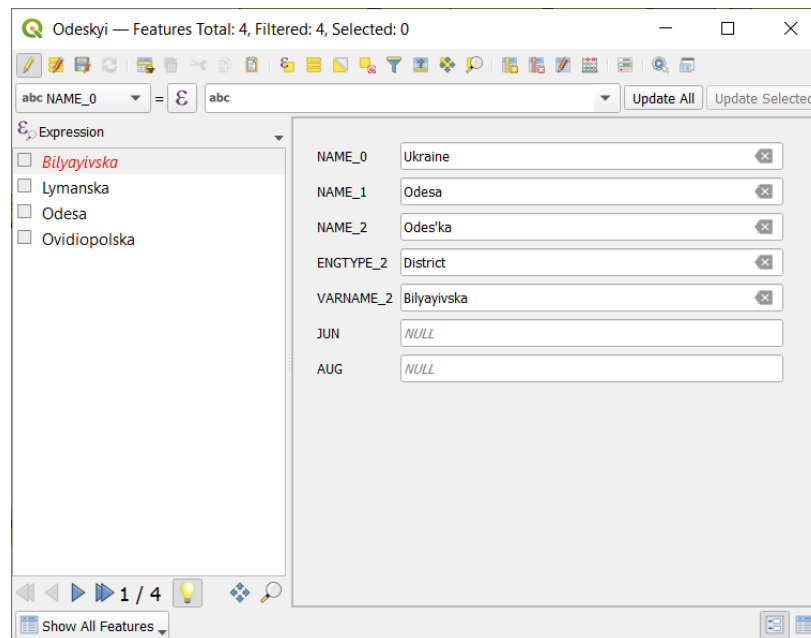


Рисунок 35 – Відображення нових полів в таблиці атрибутів

За рахунок додання на карту Текстової анотації, напис якої відповідає за назву районів Одеської області, візуальне представлення стає більш зрозумілим (беручи до уваги кольорові гаму, якою зафарбовані райони Одеської області), рис.36 .

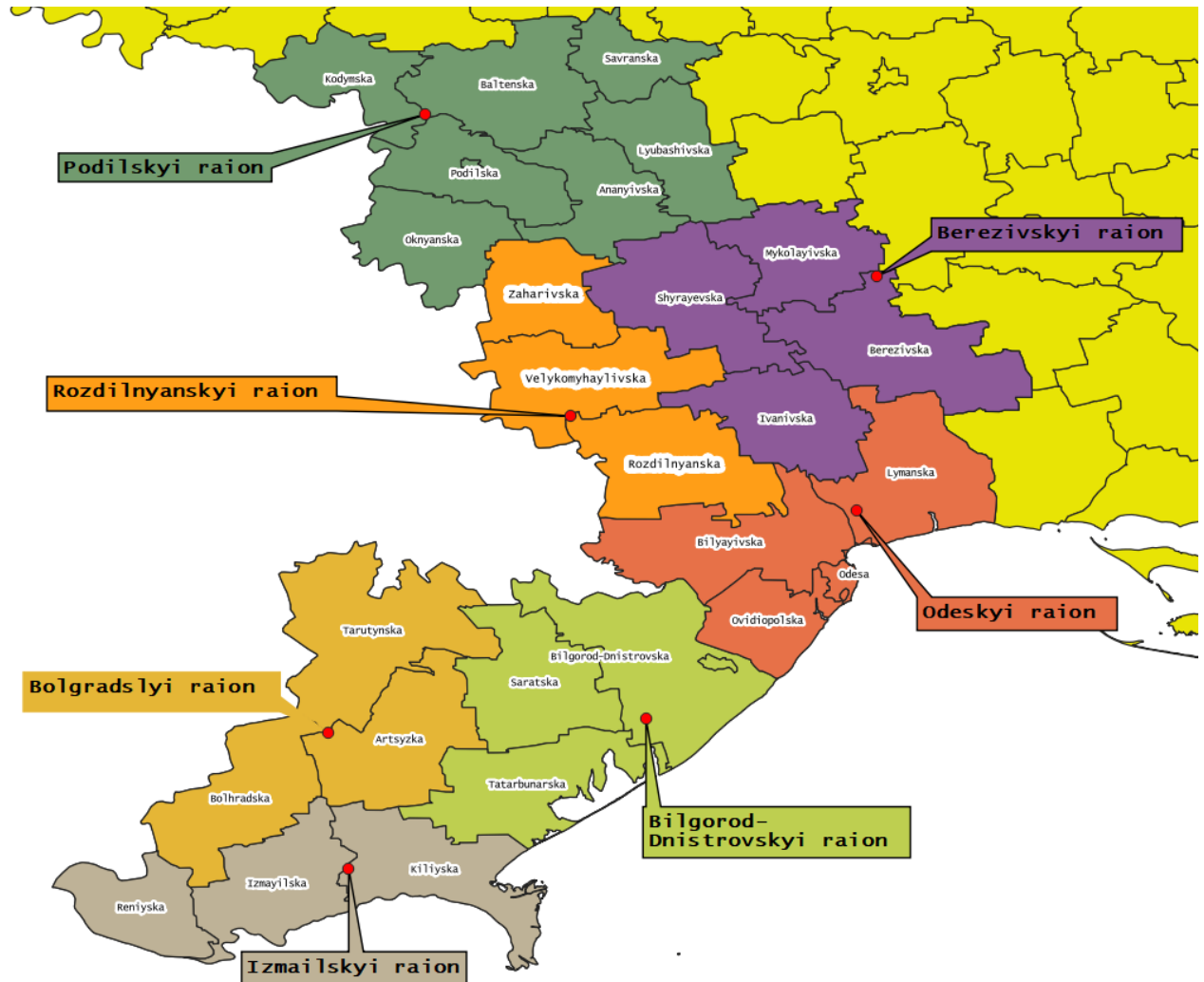


Рисунок 36 – Відображення Текстової анотації на карті в QGIS

Для того, щоб додати Текстову анотацію до карти необхідно перейти за наступним шляхом вкладка Редагувати – Додати анотацію – Текстова анотація. Після чого встановити відповідні параметри, а саме: сімейство шрифту, кегель, колір тексту, колір фону. У відповідному блоці, написати текст що буде відображатися. Також слід вказати шар на який буде

посилатися анотація та обрати маркер, що буде відображатися на карті (рис.37)

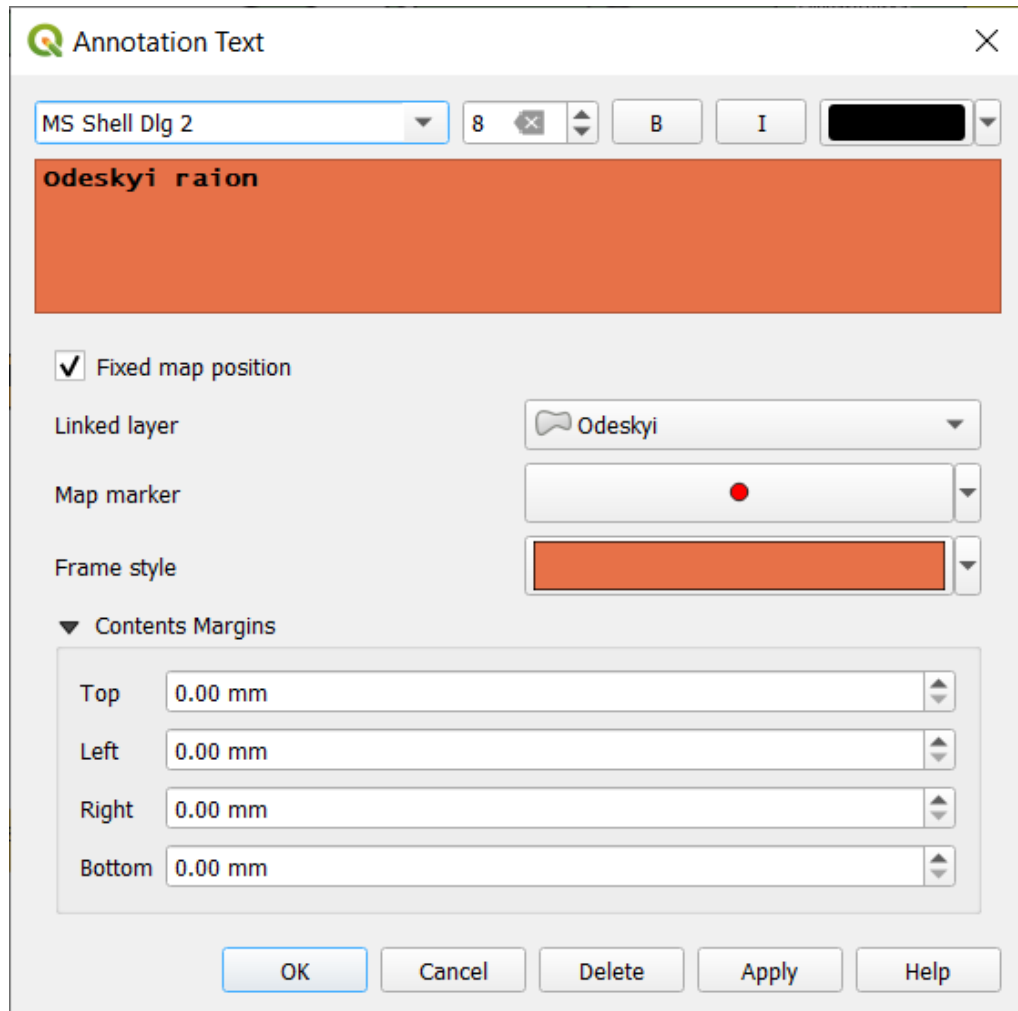


Рисунок 37 – Задання стилістики для відображення
Текстової анотації на карті в QGIS

Під час розробки карти, для внесення та відображення даних щодо кількості внутрішньо переселених осіб в Одеській області, було відправлено листа до Координаційного гуманітарного штабу Одеської області, щодо можливості надання інформації – кількість зареєстрованих ВПО по районам в Одеській області. Але на жаль, відповідь на лист не надали. Також, варто зауважити, що оновлення даних з кількості ВПО в Одеській області, можна

буде оновити наприкінці поточного року, оскільки за наданою інформацією в Одеській обласній державній (військовій) адміністрації в жовтні місяці, створили новий структурний підрозділ який буде займатися збором та аналізом даних щодо зареєстрованих ВПО в Одеській області.

Проаналізувавши статті в мережі Інтернет [10], вдалося дізнатися деякі актуальні дані щодо зареєстрованих ВПО в Одеській області, табл.1

Таблиця 1 – Кількість зареєстрованих ВПО в Одеській області

Назва району в Одеській області	Станом на:			
	01.06.22	01.08.22	01.10.22	01.11.22
1	3	4	5	6
Подільський район		10234	10359	
Подільськ (в т.ч.)		-	-	
Ізмаїльський район		12367	13304	
Ізмаїл (в т.ч.)		5527	6385	
Болградський район		8159	8411	
Білгород-Дністровський район		5330	5731	
Білгород-Дністровськ (в т.ч.)		-	-	
Роздільнянський район		2161	2257	
Березівський район		2967	3356	
Одеський район	37000	52357	64748	5374+
Одеса (в т.ч.)	21000	31980	46571	50799
Всього:	78000	93575	116322	

За даними Одеської міської ради, кожного дня до Одеси прибуває 1000 біженців. Станом на 30 жовтня 2022 року, у Одесі зареєстровано 50799 ВПО (у відсотковому співвідношенні – це 5% від усіх мешканців Одеси). Враховуючі отримані дані з відкритих джерел інформації в мережі Інтернет, було заповнено таблицю атрибутів, а саме поля які відповідають за кількість ВПО в Одеській області.

Наступним етапом, під час аналізу моделювання отриманих даних постало питання щодо відображення існуючої карти та способи її розміщення. Від способу розміщення карти, буде залежати охоплення

переглядів карти. Після аналізу існуючих інструментів для опублікування карти в мережі Інтернет, було обрано використовувати вже вбудований плагін QGIS – QGIS2Web [11]. Для більш реалістичної картини, було вирішено використовувати плагін

QuickMapServices, який додасть відповідний шар мапи світу.

Растрова картографічна підкладка часто виступає як перший шар, що додається для роботи в проєкт. Підкладка часто представлена у вигляді інтернет-сервісів: TMS, WMS, WMTS, ESRI ArcGIS Service або просто у вигляді тайлів XYZ. У QGIS, є власні провайдери даних і сторонні розширення для доступу до цих сервісів. WMS та WMTS протоколи реалізовані в ядрі QGIS. Доступ до TMS сервісів та тайлів XYZ можна організувати за допомогою GDAL WMS Driver. У цьому випадку потрібно готувати спеціальний файл XML з описом для GDAL. Це не зручно, тому що запам'ятати адреси складно, а процес їх введення щоразу при зміні робочого місця забирає багато часу. Тому було розроблено плагін QuickMapServices – розширення, яке дозволяє швидко та зручно працювати з підкладками, що отримуються з різних інтернет-сервісів.

QuickMapServices має готовий список адрес сервісів і вміє додавати підкладки в один клік (як OpenLayers Plugin, але в останньому завантаження даних фактично відбувається через браузер webkit, що не оптимально). Даний плагін не має проблем із масштабуванням написів на нестандартних масштабах (як Tile Map Scale Plugin, останній використовує універсальний драйвер GDAL, що призводить до проблем з якістю відображення та друку на нестандартних масштабних рівнях у QGIS).

QuickMapServices використовує реалізацію доступу до тайлів зі згладжуванням на нестандартних масштабних рівнях, що вирішує проблему відображення підписів на нестандартних масштабних рівнях (як TileLayer Plugin, але останній не має зручного способу додавати готові підкладки).

Список сервісів в плагіні QuickMapServices – може легко розширюватися шляхом додавання простих ini файлів.

QGIS2Web використовує ГІС для настільного ПК, щоб можна було публікували карту в Інтернеті в інтерактивному режимі. Якщо у є власний сервер, цей плагін створює всі необхідні допоміжні файли без встановлення програмного забезпечення на стороні сервера. Плагін не лише відтворює символіку та картографічні аспекти вашого поточного робочого столу QGIS, але й має можливість експортувати веб-карту в OpenLayers, Leaflet або Mapbox GL JS.

Існує цілий ряд налаштувань, які доступні, зокрема такі:

- шари та групи для відображення;
- перемикач для типу карти OpenLayers або Leaflet;
- вибір базової карти;
- шлях експорту даних;
- мітки спливаючих полів;
- рівні масштабу/збільшення.

Для використання даного плагіну, спочатку його необхідно інстальювати. Після чого в проєкті з створеною картою, натиснути на Create web map, вказати необхідні параметри для відображення та експортувати дану карту (див.рис.38)

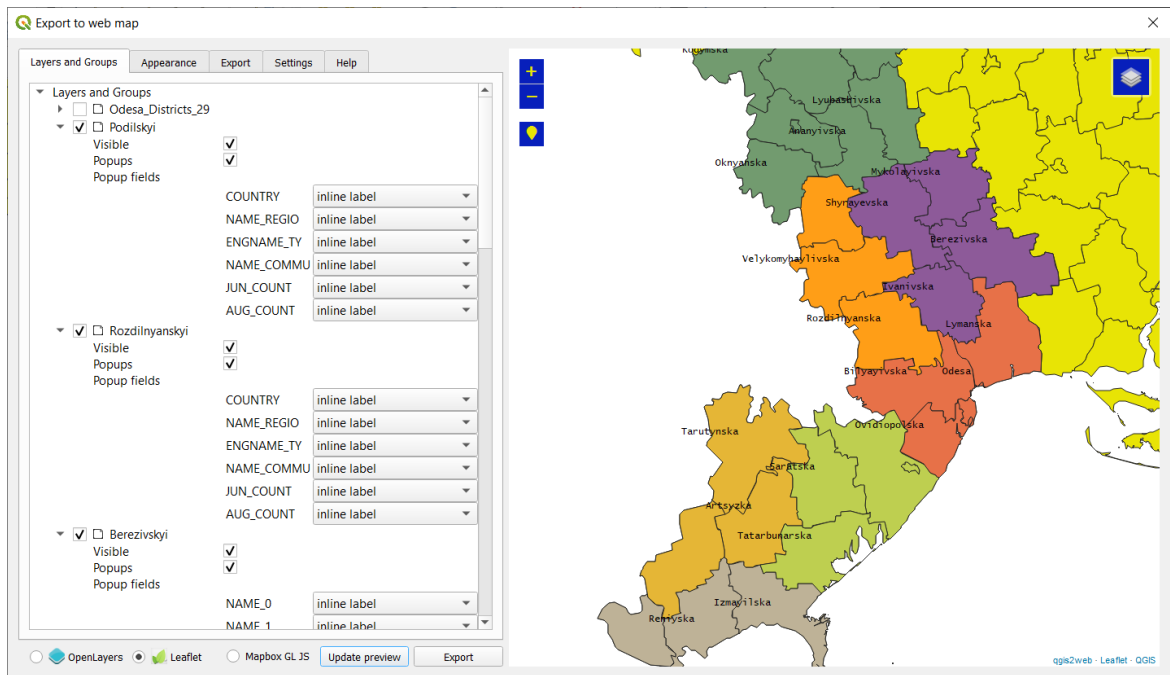


Рисунок 38 – Задання параметрів для експорту карти з використанням плагіну QGIS2Web в QGIS

Після натискання на кнопку Export, автоматично згенерується папка з усіма необхідними файлами, які можна в подальшому завантажити на сервер та приєднати до інформаційної системи (рис. 39 та рис.40).

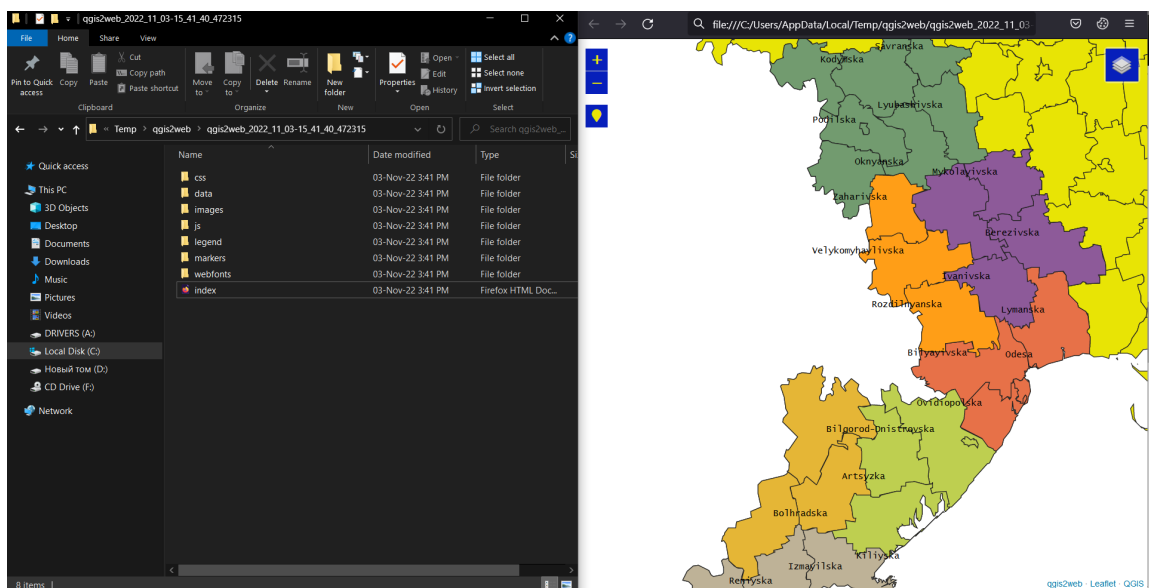


Рисунок 39 – Один із етапів спрацювання плагіну QGIS2Web в QGIS

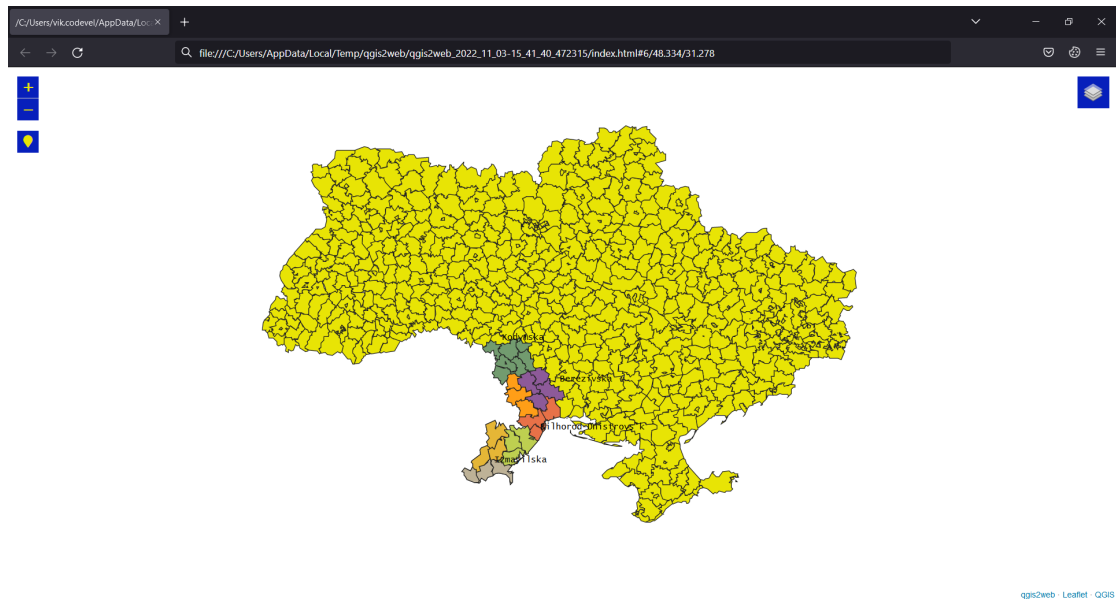


Рисунок 40 – Відображення та вивантаження інтерактивної карти в середовище Інтернет

Як результат, є інтерактивна карта, при наведенні на будь який із адміністративних одиниць (сільські/міські громади) – відображається поверхнево віконце з інформацією про конкретну/обрану громаду, а саме (рис.41):

- COUNTRY – назва країни;
- NAME_REGIO (NAME_REGION) – назва району в області;
- ENGNAME_TY (ENGNAME_TYPE) – тип території (територіальна громада / район / область);
- NAME_COMMUNITY (NAME_COMMU) – назва сільської/міської громади;
- JUN_COUNT – кількість зареєстрованих ВПО станом на 1 червня 2022;
- AUG_COUNT – кількість зареєстрованих ВПО станом на 1 серпня 2022.

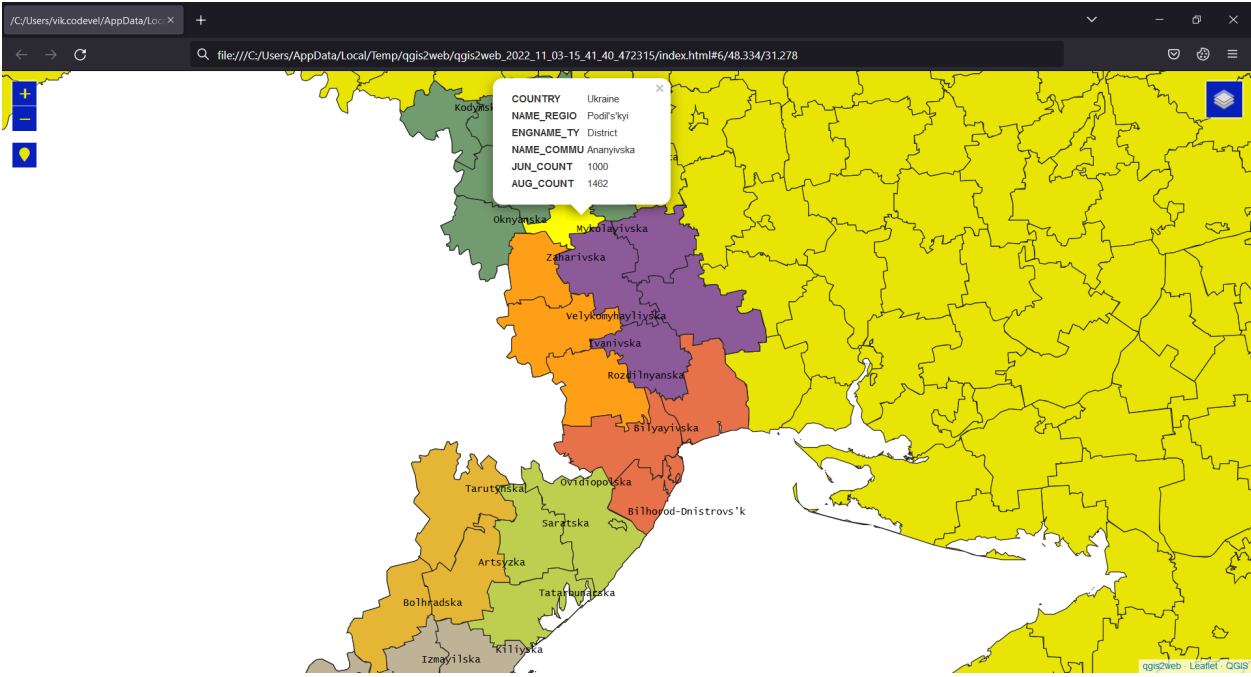


Рисунок 41 – Відображення інформації на інтерактивній карті в середовищі Інтернет

ВИСНОВКИ

Інтерактивні карти вважаються чудовою перевагою інформаційної системи для організацій із великим географічним охопленням. Карта будь-якого типу відмінно демонструє масштаби роботи, її вплив і успіх. Розробка інтерактивних карт додає до дисплея ще один елемент взаємодії та функціональності. При створенні інтерактивної карти, слід звернути увагу на актуальність та унікальність даних, які будуть новим та унікальним досвідом для користувачів. Інтерактивність – це стратегія залучення більшої кількості відвідувачів і привернення уваги читача, але найважливішим вважається – зміст.

Під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи було опрацьовано дані та розроблено інтерактивну карту Одеської області зі зручною для користувача візуалізацією. Безпосередньо на самій карті відображається інформація стосовно країни, назву району, типу території (територіальна громада / район / область), назви громади та кількість зареєстрованих ВПО у конкретній громаді Одеської області. Дані на інтерактивній карті в подальшому можуть використовуватися для збору, аналізу даних та побудови статистичних діаграм. Дана карта – є універсальною, тому використання даних які на ній відображаються, можуть використовуватися для будь яких цілей.

Безпосередньо, процес моделювання тенденції переміщення ВПО можна розбити на 5 (п'ять) основних етапів планування:

- формулювання проблеми;
- збір даних;
- моделювання/аналіз;
- оцінка;
- реалізація рішень.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз методів, засобів та технологій які використовуються на сьогоднішній для розробки інтерактивної карти. Також було враховано те, що розробка інтерактивної карти повинна бути конкретно для Одеської області включаючи основні її міські/сільські (територіальні) громади, що в подальшого дозволить моделювати тенденції переміщення зареєстрованих ВПО.

Тому, під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи, було обрано використовувати середовище QGIS [12]. QGIS – це геоінформаційна система з відкритим кодом. QGIS прагне бути зручною для користувача ГІС, що забезпечує загальні функції та можливості. Початковою метою проекту було створення засобу перегляду даних ГІС. У своїй еволюції QGIS досягнув того моменту, коли його використовують для щоденного перегляду даних ГІС, для збору даних, для розширеного аналізу ГІС і для презентацій у формі складних карт, атласів і звітів. QGIS підтримує велику кількість растрових і векторних форматів даних, а підтримку нових форматів можна легко додати за допомогою архітектури плагіна. На сьогоднішній день QGIS працює на більшості платформ Unix, Windows і macOS. QGIS розроблено з використанням інструментарію Qt та C++. Це означає, що QGIS працює швидко і має приємний, простий у використанні графічний інтерфейс користувача (GUI).

Існує безліч корисних плагінів, доступних для QGIS. Використовуючи вбудовані інструменти для встановлення та керування цими плагінами, можна знайти нові плагіни та оптимально їх використовувати.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- [1] Знайомство з QGIS. URL: <https://www.qgis.org/uk/site/about/index.html>
(дата звернення 10.09.2022)
- [2] 5 tools for creating interactive maps. URL: <https://www.datasketch.co/blog/data-journalism/5-tools-for-creating-interactive-maps/> (дата звернення 15.09.2022)
- [3] Carto (company). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Carto_\(company\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Carto_(company)) (дата звернення 02.10.2022)
- [4] 10 tools to create interactive maps. URL: <https://shorthand.com/the-craft/tools-to-create-interactive-maps/index.html#section-s2QgOR05Gu> (дата звернення 13.10.2022)
- [5] Колекція плагинів QGIS. URL: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/qgis-plugins> (дата звернення 17.10.2022)
- [6] «ГІС-натураліст». URL: <https://gis-naturalist.blogspot.com/2018/01/qms-qgis.html> (дата звернення 21.09.2022)
- [7] GIS (Geographic Information System). URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/geographic-information-system-gis> (дата звернення 27.10.2022)
- [8] Open source tools for geographic analysis in planning. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10109-020-00342-2> (дата звернення 04.11.2022)
- [9] QGIS Configuration – QGIS Documentation documentation.. URL: https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user_manual/introduction/qgis_configuration.html (дата звернення 25.09.2022)
- [10] В одеській області перерахують переселенців. URL: <https://izbirkom.org.ua/news/obshchestvo-19/2022/v-odeskij-oblasti-skoreguyut-kilkist-pereselenciv/> (звернення 24.10.2022)

- [11] QGIS Plugins – QGIS Documentation documentation. URL: https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/user_manual/plugins/index.html (дата звернення 04.10.2022)
- [12] 1. Introduction – QGIS Documentation documentation. URL: https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/server_manual/introduction.html (дата звернення 14.10.2022)