

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять і організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА»

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до проведення практичних занять і організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Геоінформаційна система міського господарства» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад.: С. Г. Нестеренко, М. А. Кухар. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 105 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. С. Г. Нестеренко,
канд. техн. наук, доц. М. А. Кухар

Рецензент

Ю. Б. Радзінська, кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 16.08.2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ЕЛЕМЕНТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА. ФОРМУВАННЯ БАЗИ ГЕОДАНИХ.....	6
Практичне заняття 1 Вивчення основних інструментів програмного забезпечення ГІС.....	6
Практичне заняття 2 Робота з просторовими даними: імпорт та обробка даних.....	7
Практичне заняття 3 Створення та редагування геоданих для міської інфраструктури.....	14
Практичне заняття 4 Проектування бази геоданих для міського господарства.....	18
Практичне заняття 5 Геопросторовий аналіз та візуалізація даних.....	28
Практичне заняття 6 Аналіз якості даних та їхнє очищення.....	33
Практичне завдання 1 Стандартизація систем координат, метаданих і підготовка картографічного макета.....	36
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	40
Практичне заняття 7 Моделювання міської забудови: створення та аналіз будівель.....	40
Практичне заняття 8 Моделювання транспортних мереж та розрахунок параметрів.....	45
Практичне заняття 9 Моделювання інженерних мереж (водопостачання, електромережі).....	49
Практичне заняття 10 Геоінформаційний моніторинг змін міської інфраструктури.....	56

Практичне заняття 11 Цифрова модель рельєфу (ЦМР) для міського середовища.....	61
Практичне заняття 12 Аналіз екологічного стану міських зон.....	66
Практичне завдання 2 Мультикритеріальний аналіз для визначення пріоритетних ділянок у міському господарстві.....	72
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	75
Практичне заняття 13 Використання ГІС для міського планування та зонування.....	75
Практичне заняття 14 ГІС для управління земельними ресурсами та забудовою.....	80
Практичне заняття 15 Інтеграція ГІС з іншими технологіями: БПЛА та 3D-моделювання.....	90
Практичне заняття 16 Комплексний аналіз міської території.....	94
Практичне завдання 3 Розробка вебкарти та інтерактивного візуалізатора даних міського господарства.....	98
САМОСТІЙНА РОБОТА.....	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	102

ВСТУП

Метою дисципліни «Геоінформаційна система міського господарства» є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок щодо застосування геоінформаційних технологій для управління міськими ресурсами та інфраструктурою. Студенти повинні навчитися використовувати сучасні ГІСінструменти для збору, аналізу, моделювання і візуалізації просторових даних, що є необхідними для ефективного планування та прийняття рішень у сфері міського господарства

Геоінформаційні системи (ГІС) – це універсальний інструмент для вирішення завдань у всіх напрямках діяльності людини у місті. Застосування ГІС дозволяє виконувати комплексний аналіз та візуалізацію просторових даних, що сприяє підвищенню якості адміністративних рішень. Важливою складовою роботи з геоінформаційними системами є використання баз даних, зокрема просторових, які забезпечують структуроване зберігання та доступ до великих обсягів інформації.

Ці методичні рекомендації орієнтовані на поступове формування у здобувача умінь самостійно виконувати просторовий аналіз даних та створювати тематичних моделей для вирішення прикладних завдань у галузі геодезії та землеустрою для задач міської інфраструктури.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

ЕЛЕМЕНТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА. ФОРМУВАННЯ БАЗИ ГЕОДАНИХ

Практичне заняття 1

Вивчення основних інструментів програмного забезпечення ГІС

Мета роботи – ознайомитись з базовими інструментами та функціями програмного забезпечення ГІС (на прикладі QGIS, ArcGIS або іншого ГІС-проєкта), навчитися використовувати їх для завантаження, відображення, редагування та аналізу просторових даних.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Ознайомтеся з основними елементами інтерфейсу QGIS (рис. 1.1).

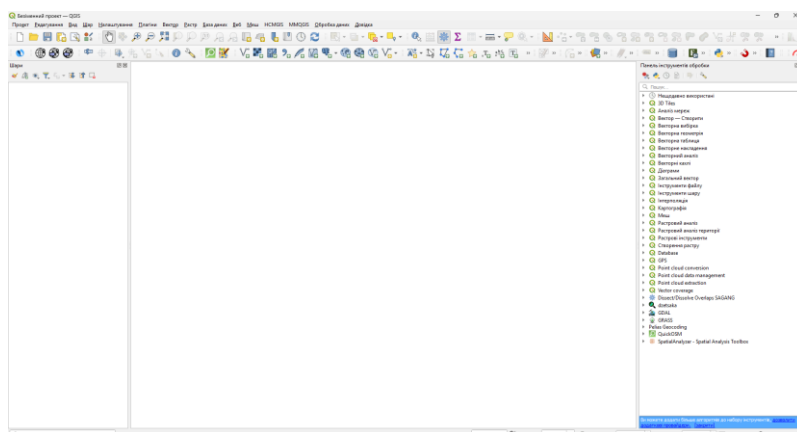


Рисунок 1.1 – Вікно програми QGIS

Необхідно згадати або вивчити основний функціонал QGIS для виконання наступних практичних робіт.

Сформувати шейпфайл кожного з видів: лінії, полігони, точки.

Змінити стиль відображення кожного шару (колір, товщина ліній, підписи).

Відкрити атрибутивну таблицю одного із шарів. Створіть поля, відредагуйте їх. Попрацюйте з типами даних полів. Налаштуйте систему координат.

Опрацювати основні інструменти аналізу просторових даних.

Контрольні запитання

1. Що таке геоінформаційна система та які основні функції вона виконує?
2. Які складові має інтерфейс сучасної настільної ГІС (QGIS, ArcGIS)?
3. Для чого використовується панель інструментів та як її можна налаштовувати?
4. Що таке шар у ГІС та які типи шарів існують (векторні, растрові)?
5. Як здійснюється додавання та видалення шарів у проєкт?
6. Які основні властивості шару можна переглядати у вікні «Властивості»?

Практичне заняття 2

Робота з просторовими даними: імпорт та обробка даних

Мета роботи – розглянути доступні джерела геопросторових даних.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.

2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

У QGIS існує безліч методів отримання геопросторових даних, серед яких особливо важливими є використання плагінів і підключення до веб-сервісів. Ці інструменти дозволяють отримувати супутникові знімки, відкриті геодані, дані кадастру, топографічні карти та інші просторові ресурси.

Плагіни для отримання геопросторових даних у QGIS QuickMapServices (рис. 2.1–2.3):

- дозволяє підключати популярні картографічні сервіси, такі як Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMap;
- дає можливість швидко отримати базові карти для аналізу та візуалізації;
- встановлення додаткових джерел через вкладку «Settings» > «More services».

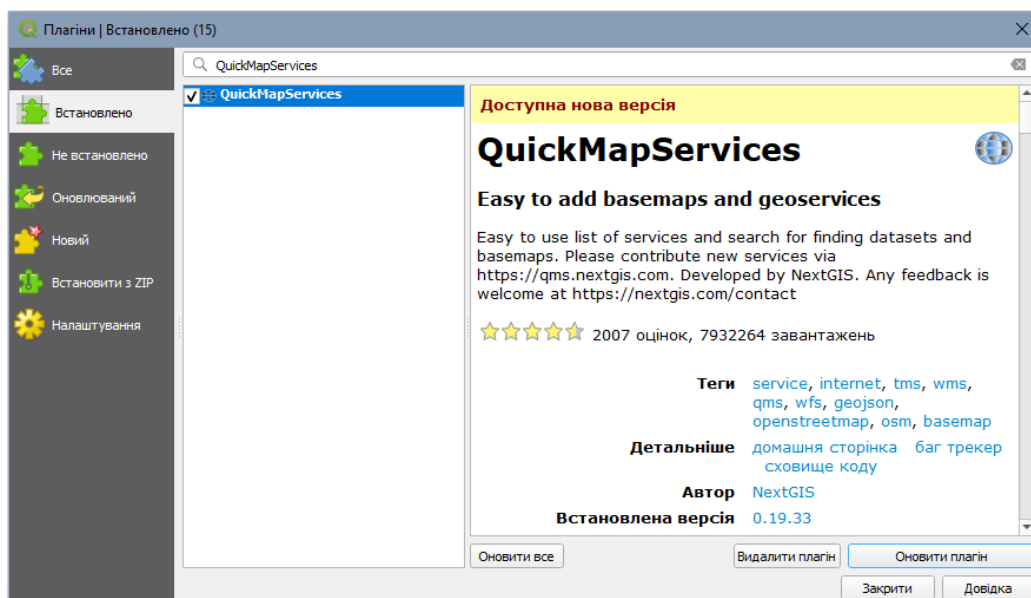


Рисунок 2.1 – Встановлений плагін QuickMapServices

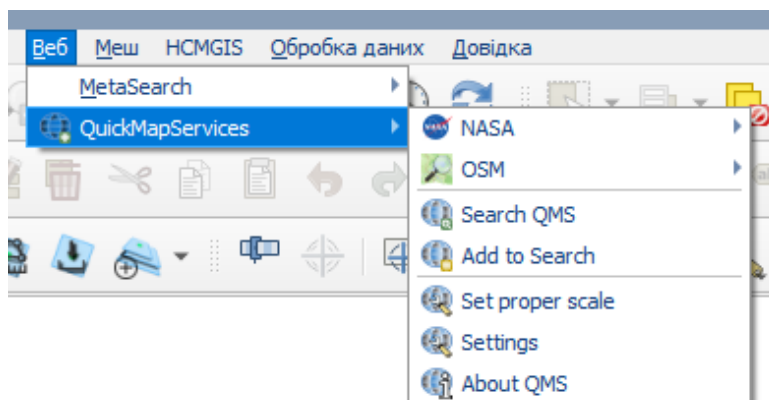


Рисунок 2.2 – Функції плагіну QuickMapServices

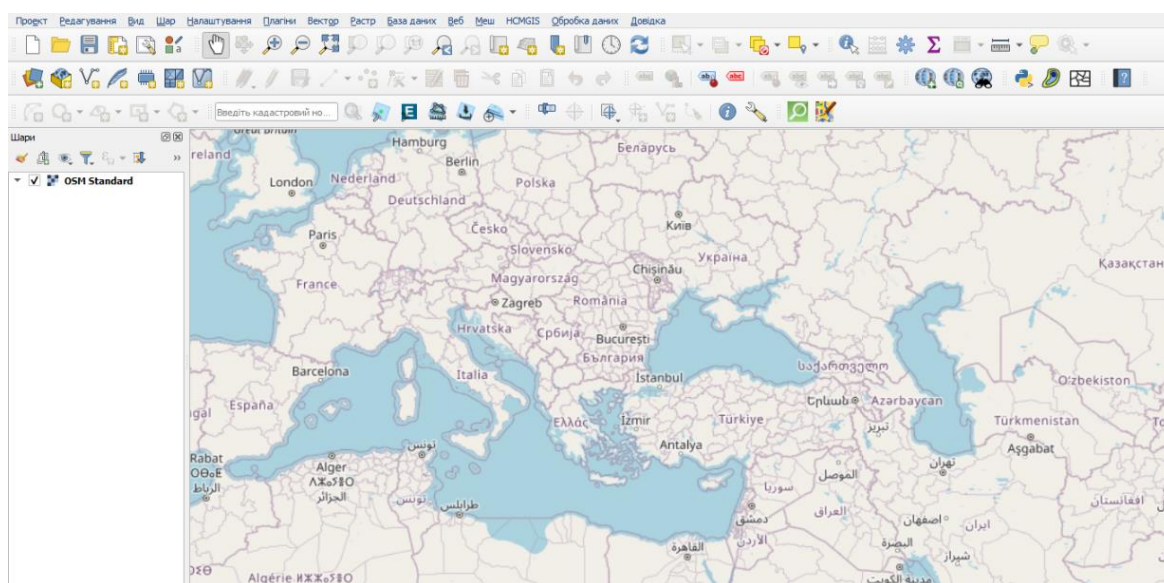


Рисунок 2.3 – Використання OSM з плагіну QuickMapServices

OSM (OpenStreetMap) – використовується для завантаження картографічних даних із OpenStreetMap (OSM). Підтримує вибір типу об'єктів (дороги, будівлі, водойми тощо). Експорт отриманих даних у форматах GeoJSON, Shapefile та інших.

QuickOSM – це потужний плагін для QGIS, який дозволяє завантажувати дані OpenStreetMap (OSM) безпосередньо у QGIS через Overpass API. Він дає змогу швидко отримувати векторні об'єкти (дороги, будівлі, водойми тощо) без необхідності завантажувати великі файли OSM вручну (рис. 2.4–2.6).

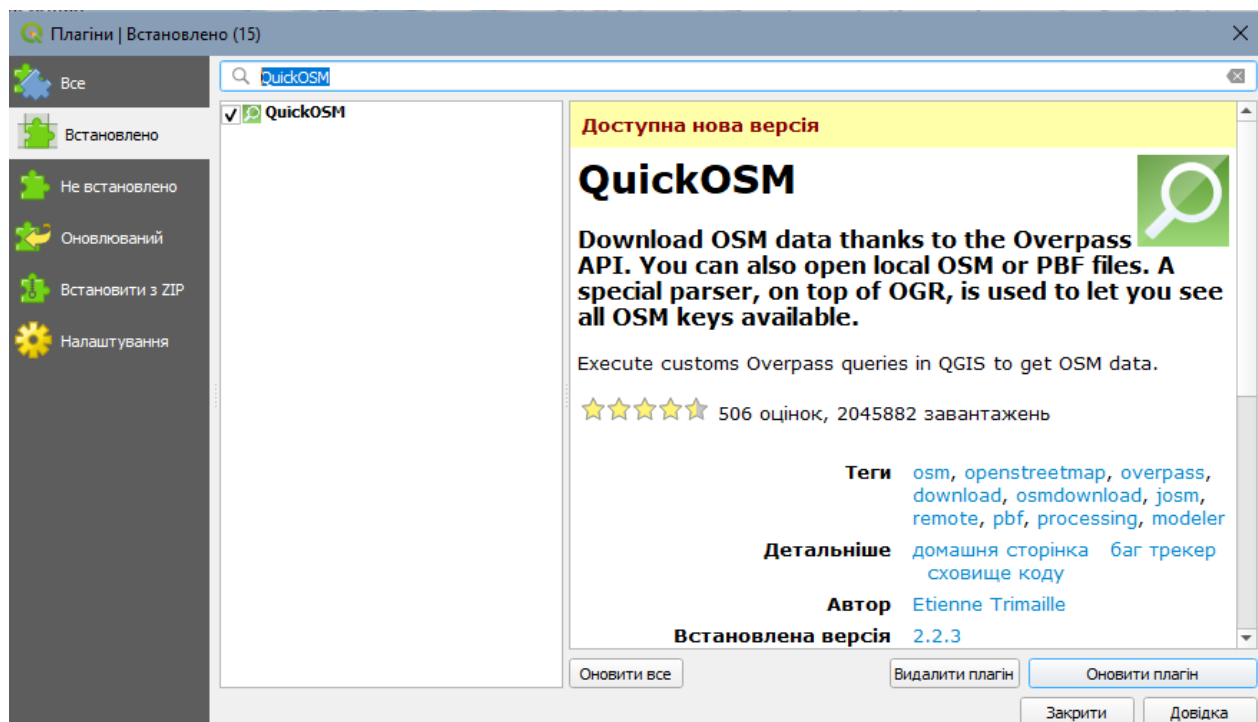


Рисунок 2.4 – Встановлений плагін QuickOSM

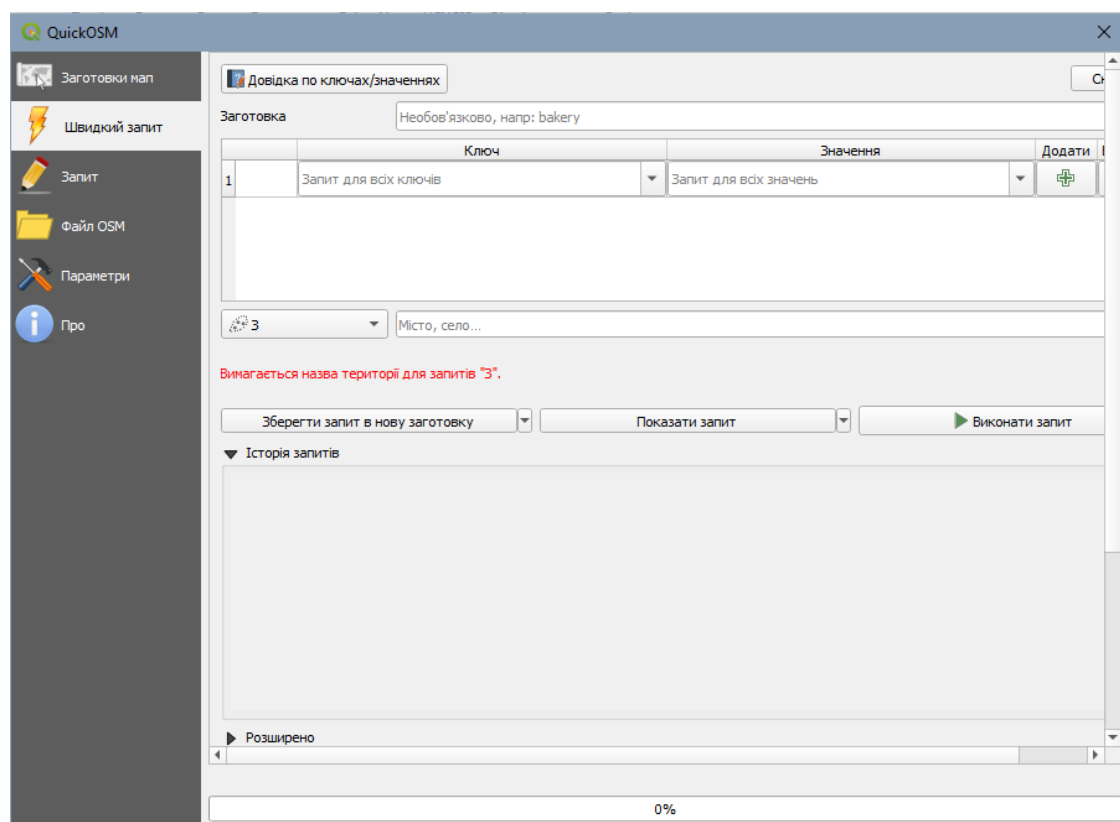


Рисунок 2.5 – Функції плагіну QuickOSM

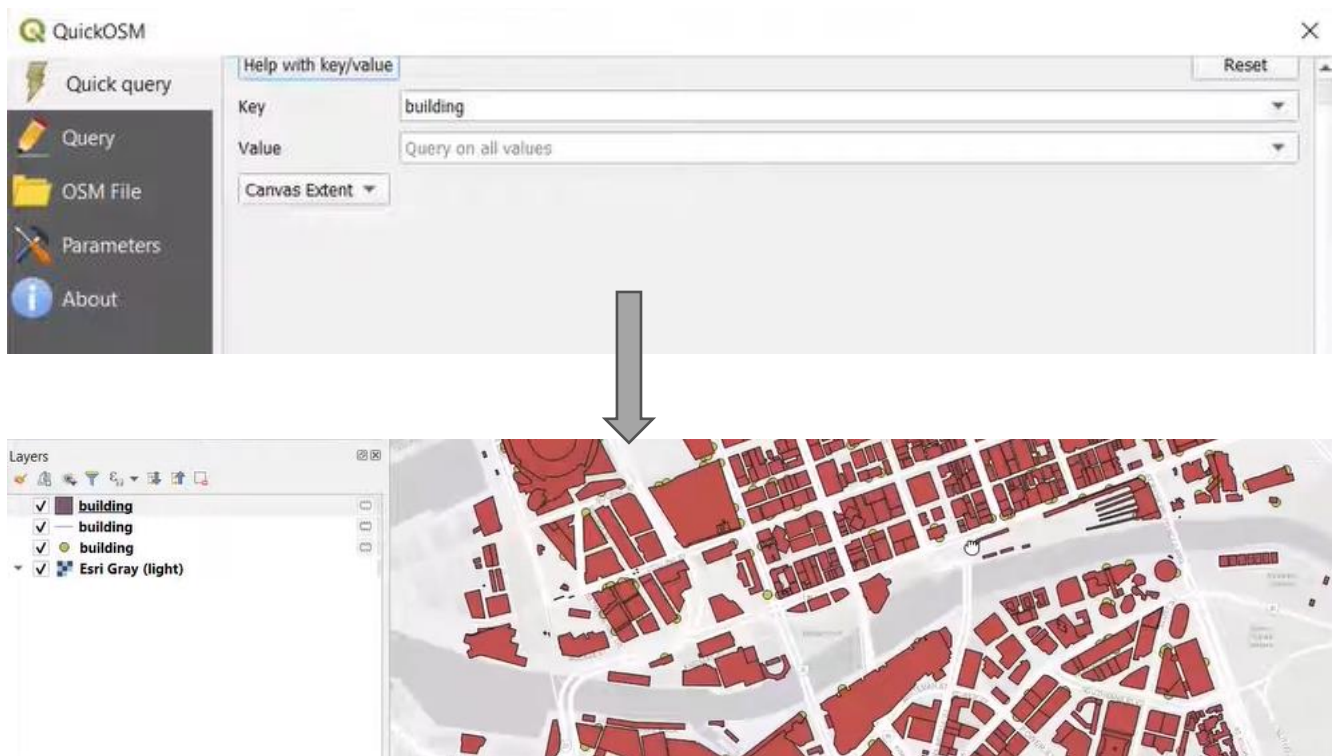


Рисунок 2.6 – Результат використання QuickOSM. Експорт будівель

Вебсервіси для отримання геопросторових даних у QGIS.

BBVike (<https://extract.bbbike.org/>) – це вебінструмент для отримання витягів з OpenStreetMap у різних форматах. Він дозволяє завантажувати дані OSM для конкретних територій, вибраних користувачем (2.7–2.9).

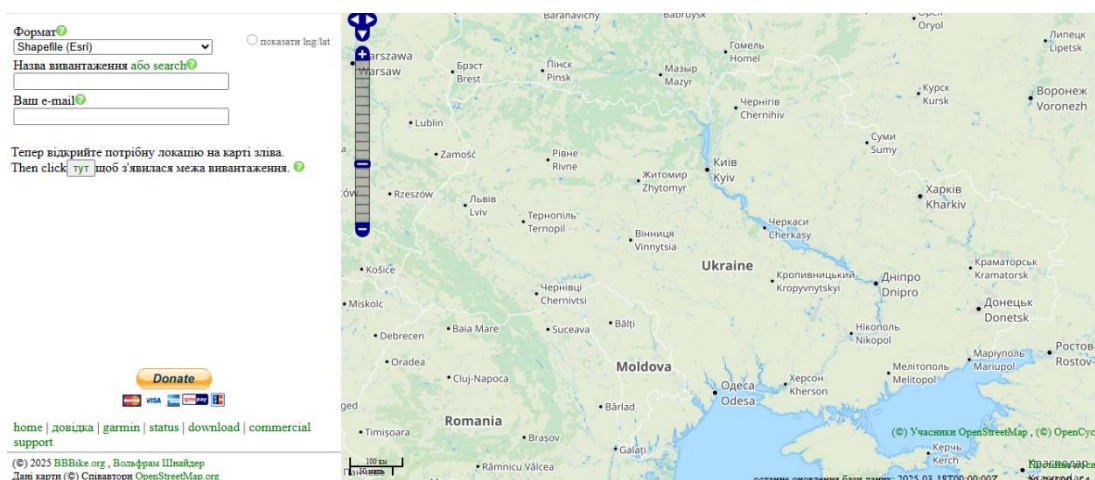


Рисунок 2.7 – Головна сторінка вебресурсу BBBike

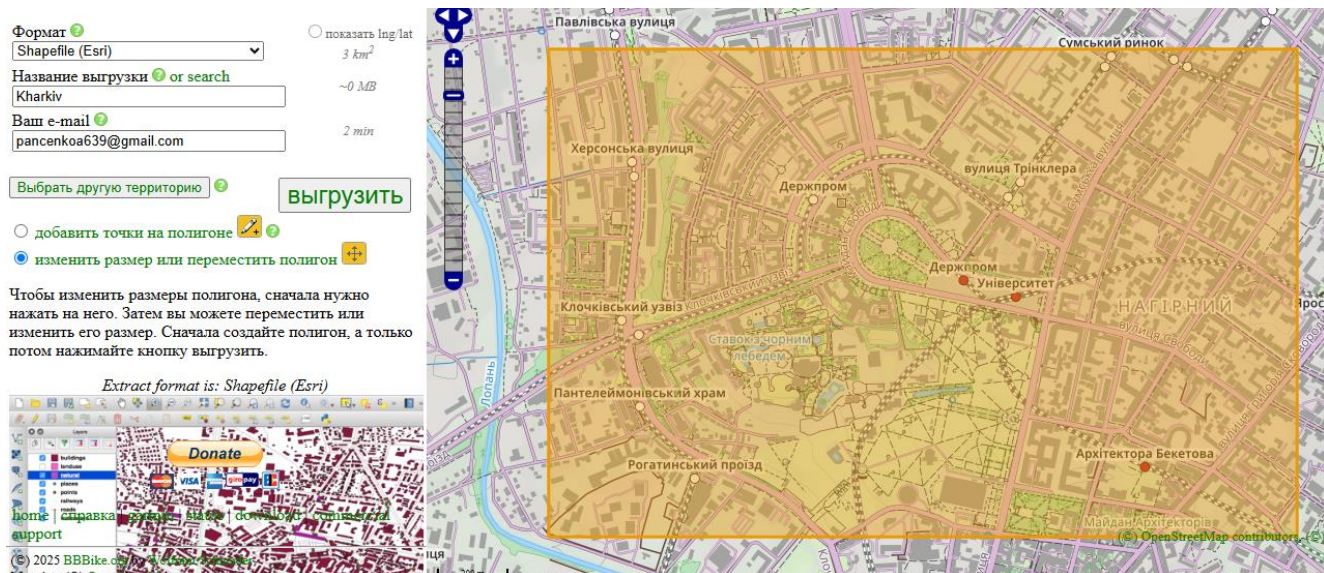


Рисунок 2.8 – Вибір ділянки для вивантаження Shapefile

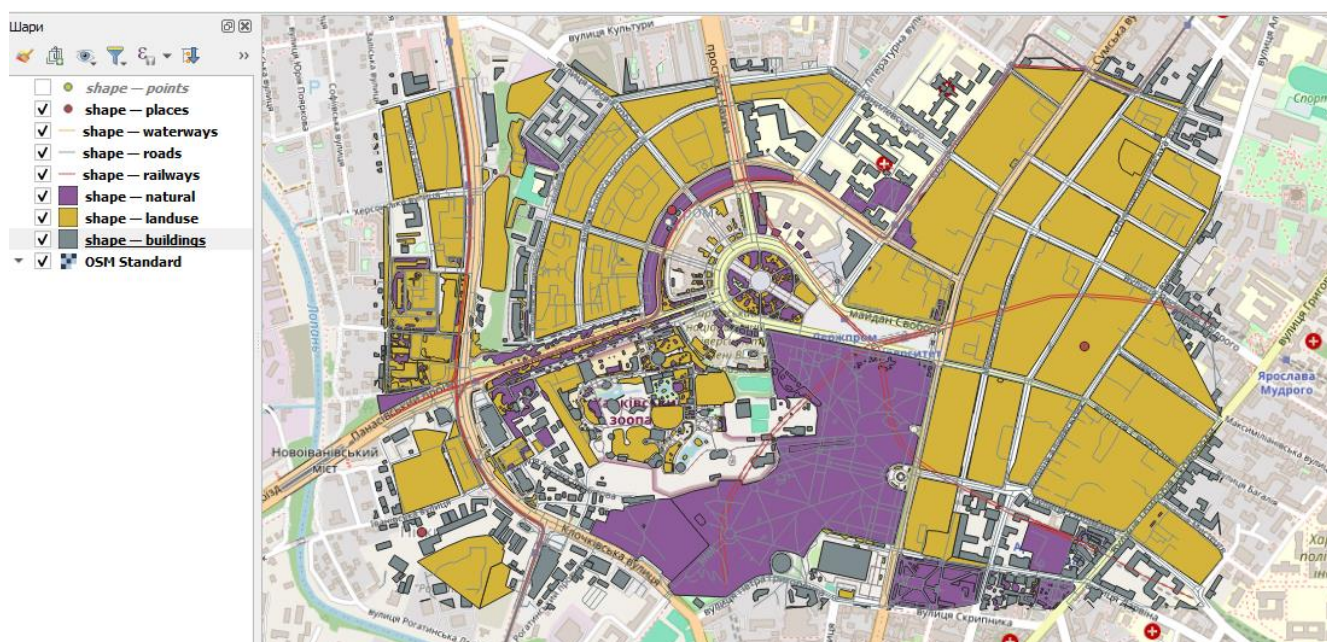


Рисунок 2.9 – Результат завантаження Shapefile з BVBike до QGIS

Free Ukraine GIS Map Files – це вебресурс, який надає безкоштовні ГІС-файли, включаючи карти України та всього світу (рис. 2.10, 2.11).

Безкоштовні файли ГІС-карт України | Ресурси

Ми створили кілька ГІС-карт для країни Україна.

Області адміністрування (рівень 1)

Вся Україна

Нижче наведено візуалізацію даних ГІС про кордони, які ми маємо для України. Особливості включають:

- Спрощено для швидкого завантаження з мінімальною втратою деталей (файл .json 34797,1 КБ).
- Ліцензія: [Creative Commons Attribution 4.0](#)
- Адміністративні регіони першого рівня, визначені **name** у **id** вихідному коді.
- Усі файли використовують проекцію WGS84. Легко перепроєктуєте за потреби.



Дані ГІС візуалізовані за допомогою бібліотеки MapLibre GL JS.

Завантажити GeoJSON

Завантажити Shapefile

Переглянути зображення SVG

Налаштувати онлайн

Рисунок 2.10 – Головна сторінка вебресурсу Free Ukraine GIS Map Files

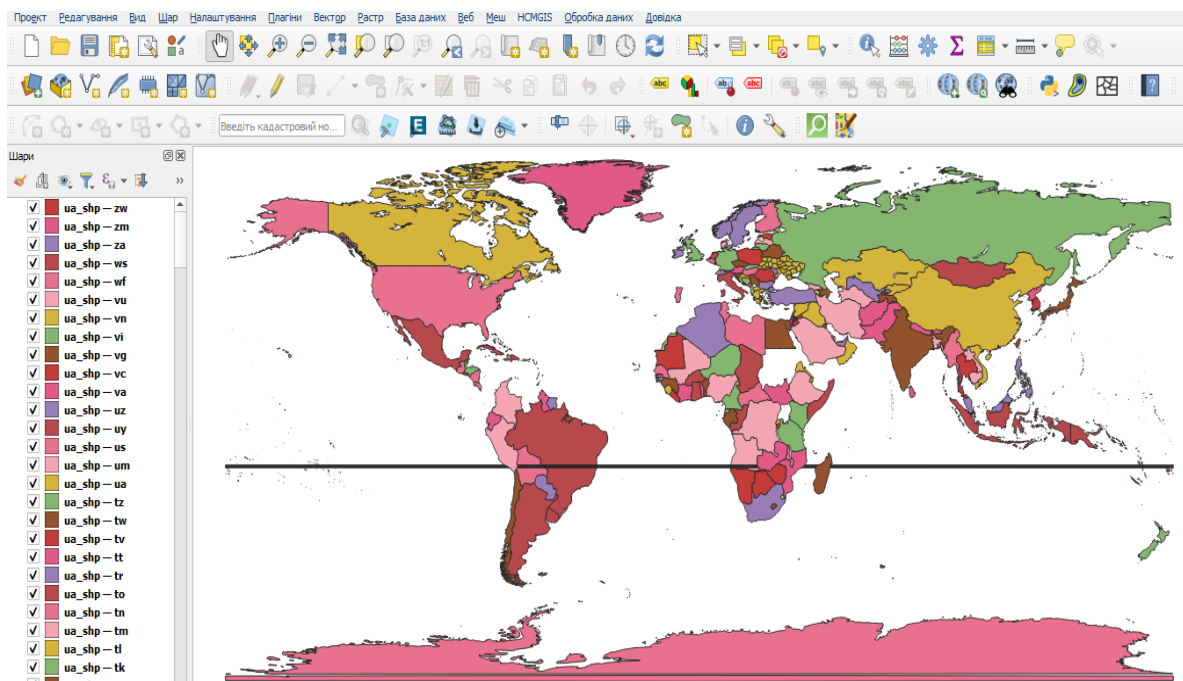


Рисунок 2.11 – Результат вивантаження Shapefile з Free Ukraine GIS Map Files

до QGIS

Контрольні запитання

1. Які формати просторових даних підтримуються сучасними ГІС (векторні, растрові, бази даних)?
2. Чим відрізняється формат Shapefile від GeoPackage?
3. Які переваги використання формату GeoJSON при роботі з вебГІС?
4. Які основні способи імпорту просторових даних у QGIS/ArcGIS ви знаєте?
5. Як перевірити правильність відображення шару після імпорту?
6. Що таке символіка шару та які її основні види (одноколірна, категорійна, градуйована)?

Практичне заняття 3

Створення та редагування геоданих для міської інфраструктури

Мета роботи – зробити огляд можливостей QGIS у роботі з базами даних postgres, почати роботу, створивши та під'єднати базу даних postgres.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS, Excel.

Пояснення до роботи

Маючи вихідні дані, отримані векторизацією, або одним із способів, представлених в практичній роботі 2, часто виникає необхідність їх доопрацювання як просторових даних, так і атрибутивної інформації.

Наприклад, атрибутивна інформація найчастіше зазнає змін при роботі з міською інфраструктурою. Програма QGIS дозволяє імпортувати дані з

файлів Excel і зв'язувати їх із наявними шарами за допомогою спільного атрибута (наприклад, ідентифікатора об'єкта). Ця практика є важливою для автоматизації роботи з великими обсягами даних та їх візуалізації на карті.

У QGIS відкривається панель «Додавання табличних даних», після чого виконується імпорт Excel-файлу. Вибирається відповідний аркуш із таблицею та встановлюються параметри кодування (рекомендовано UTF-8 для правильного відображення українських символів). Після підтвердження дії дані додаються до «Панелі шарів» (рис. 3.1–3.3).

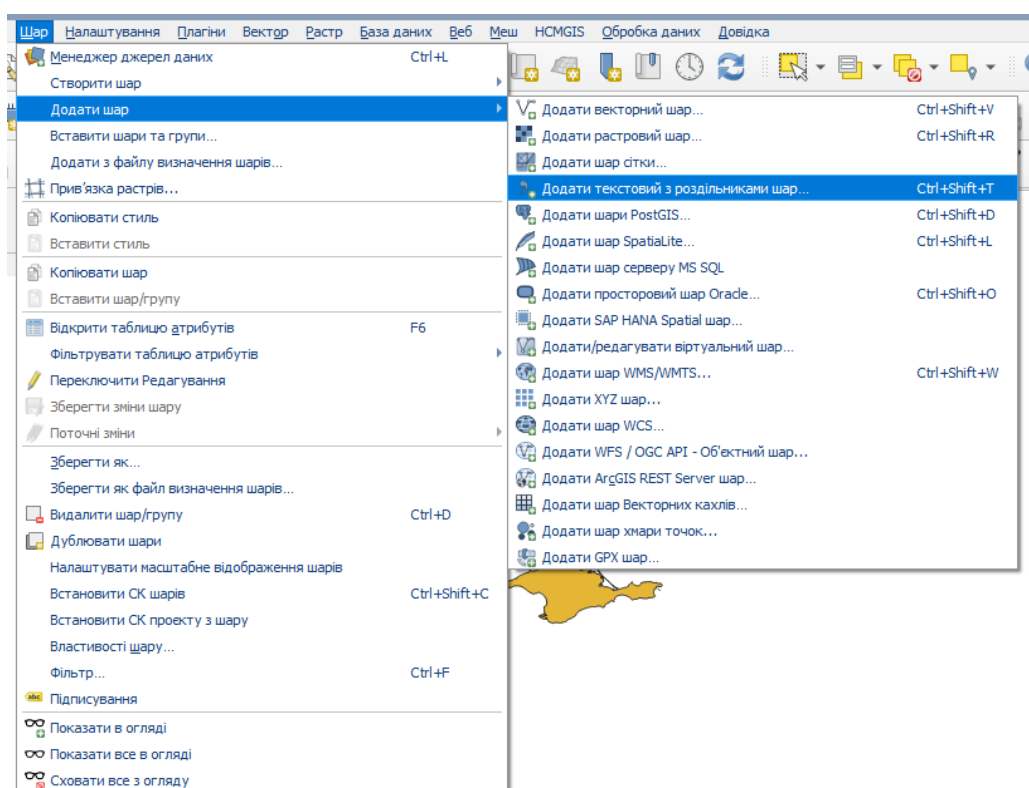


Рисунок 3.1 – Підвантаження таблиці Excel в QGIS

У «Менеджері приєднань» відкриваються параметри шару, після чого створюється нове приєднання. Вибирається імпортована таблиця Excel, вказується поле для об'єднання в обох наборах даних. Після підтвердження операції атрибути з Excel додаються до таблиці просторового шару.

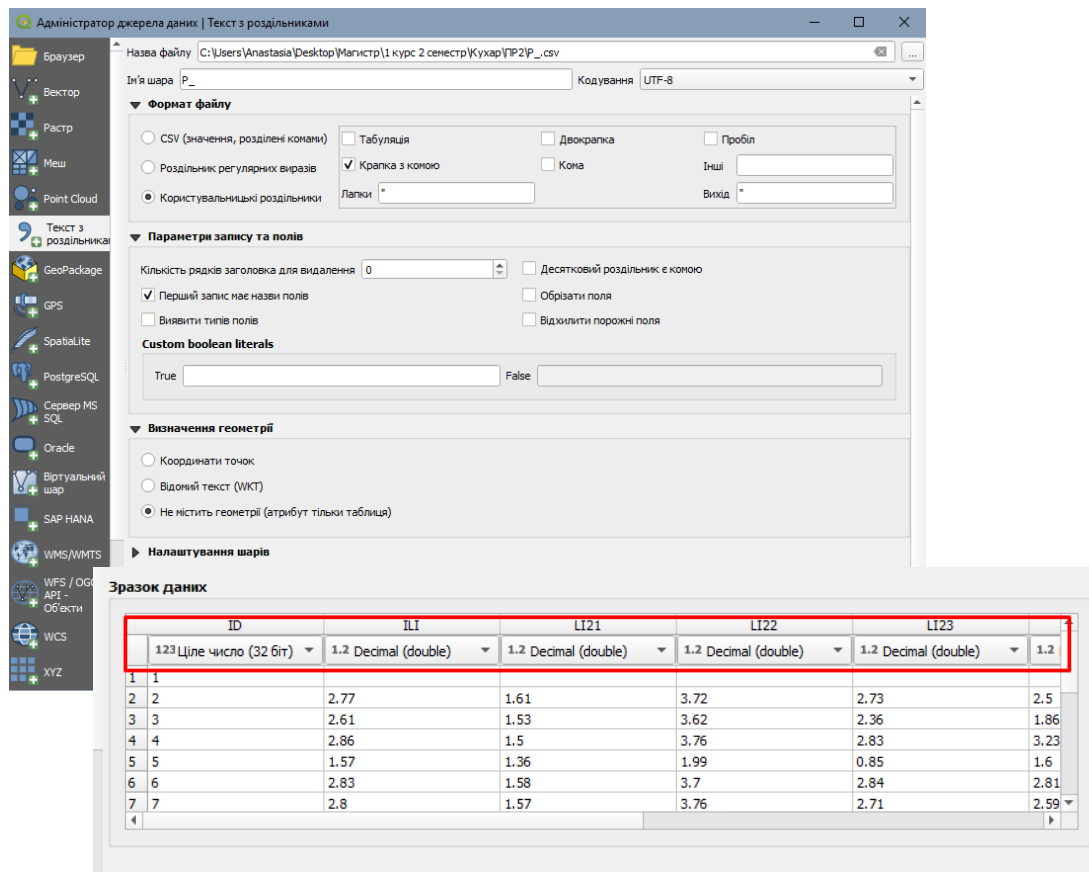


Рисунок 3.2 – Налаштування параметрів

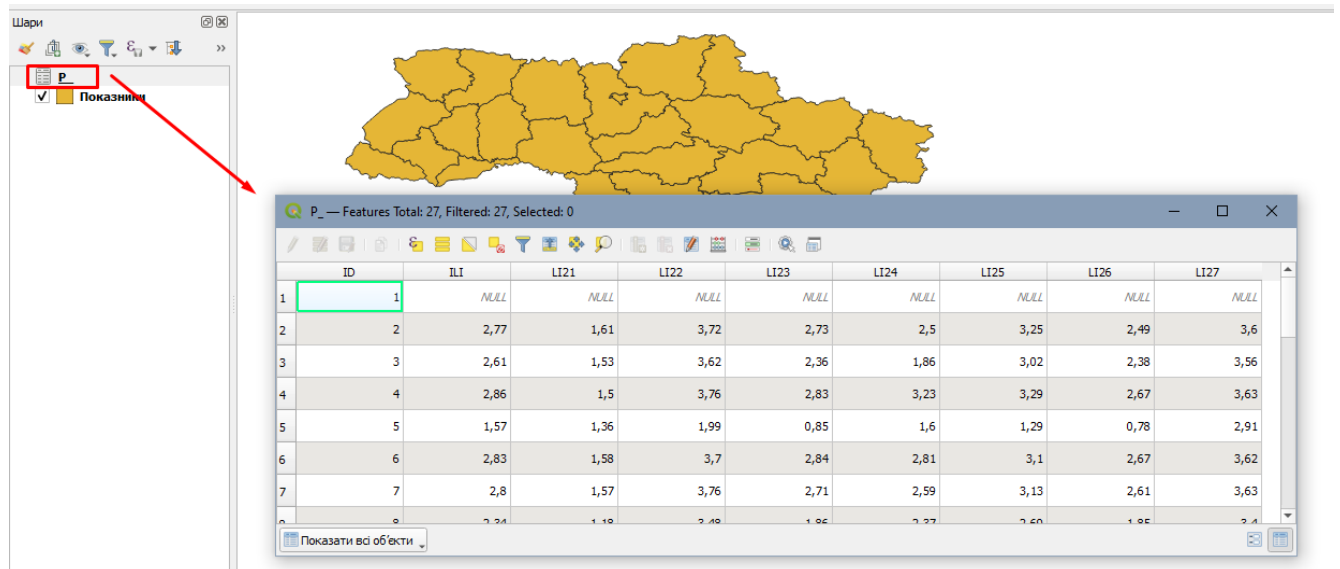


Рисунок 3.3 – Результат доданого Excel-файлу в QGIS

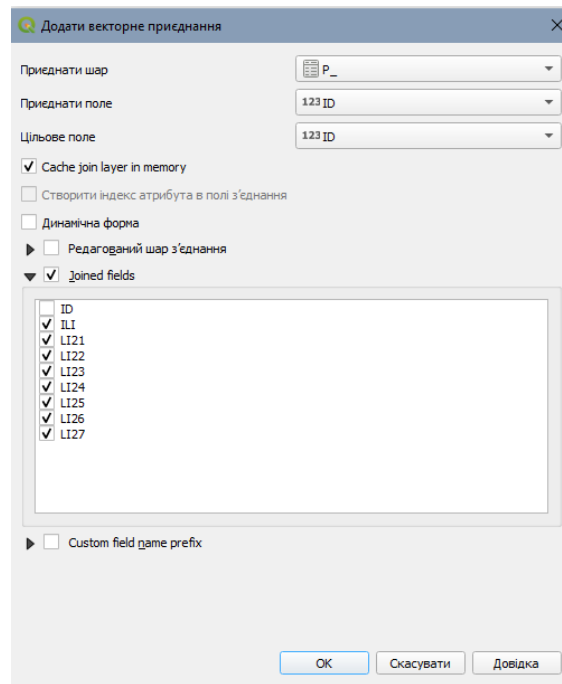


Рисунок 3.4 – Налаштування параметрів об'єднання

Після виконання об'єднання відкривається таблиця атрибутів для перевірки коректності імпорту даних.

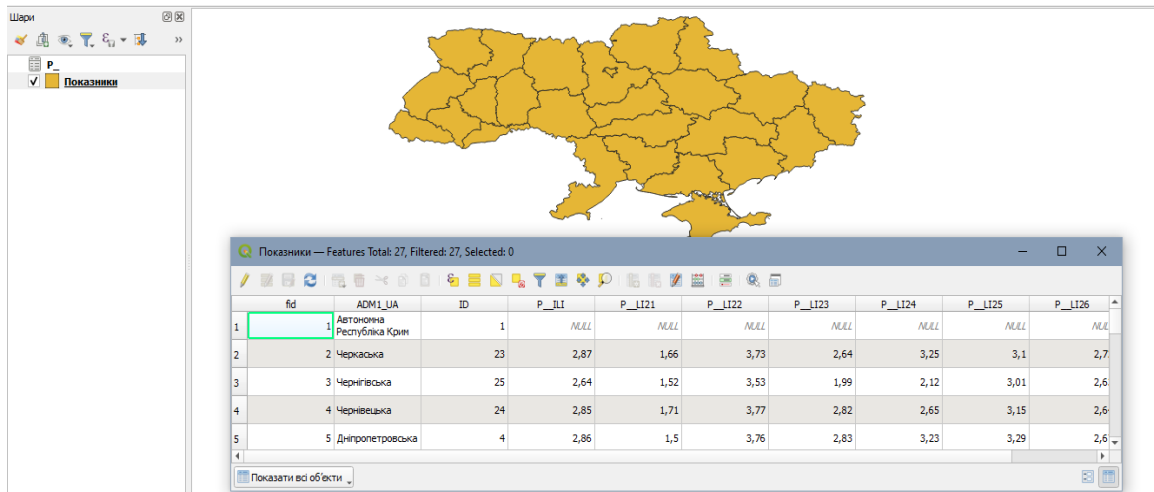


Рисунок 3.5 – Результат об'єднання таблиці Excel з просторовим шаром

У результаті виконаної роботи здійснено один з можливих варіантів редагування гео даних у QGIS.

Контрольні запитання

1. Що таке база геоданих та які її основні складові?
2. У чому полягає різниця між файловою базою геоданих та серверною (PostGIS, Oracle Spatial)?
3. Які типи геометрій (точка, лінія, полігон) використовуються при створенні шарів?
4. Що таке атрибутивна таблиця шару і як її структура пов'язана з базою геоданих?
5. Які обов'язкові поля необхідно задавати при створенні нового шару?
6. Як встановити систему координат для нового шару або бази геоданих?

Практичне заняття 4

Проектування бази геоданих для міського господарства

Мета роботи – ознайомитися з особливостями проектування баз геоданих для міського господарства за допомогою PostgreSQL.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS, PostGIS.

Пояснення до роботи

Під час виконання практичної роботи необхідно встановили PostgreSQL <https://www.postgresql.org/download/windows/> разом з графічним інтерфейсом pgAdmin, а також розширення PostGIS, яке дозволяє працювати

з просторовими даними. Після встановлення ми додали базу геоданих, до якої підключили розширення PostGIS (рис. 4.1).

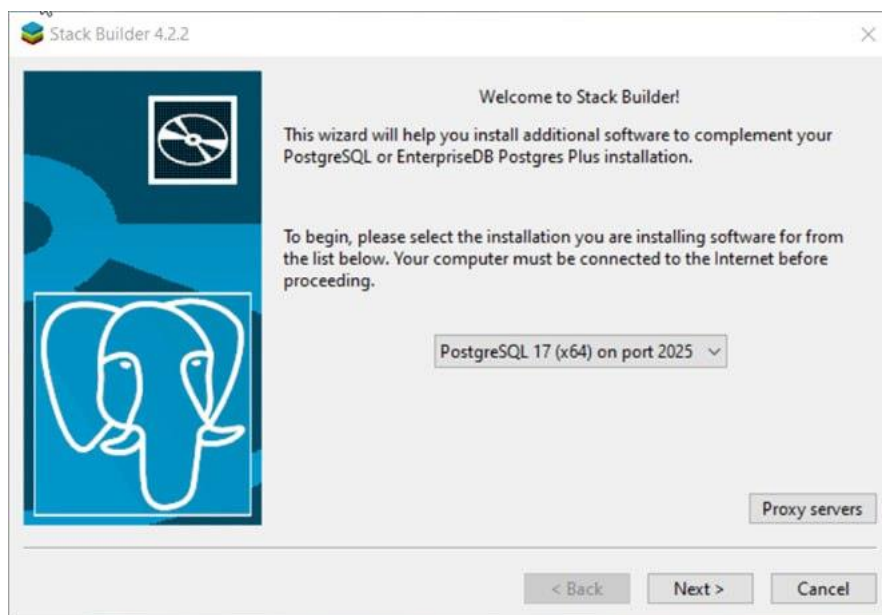


Рисунок 4.1 – Встановлення програмного забезпечення



Рисунок 4.2 – Головне вікно pgAdmin

Далі відкрити простір pgAdmin та створити сервера. Для цього натиснути «Register – server» (рис. 4.3).

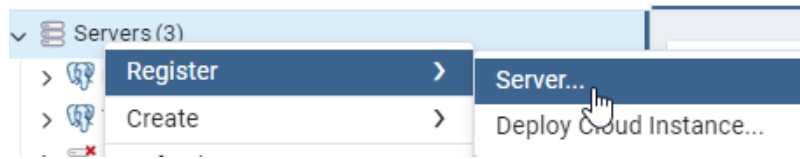


Рисунок 4.3 – Меню створення сервера

У вкладці «Головне» задаю ім'я сервера, на вкладці «підключення» треба обрати ім'я хосту, у випадку старту сервера на власному комп'ютері задається ім'я localhost. У полі пароллю вписується мастер-пароль, який задається під час першого запуску програми (рис. 4.4).

Register - Server

General Connection Parameters SSH Tunnel Advanced Tags

Host name/address

Port 5432

Maintenance database postgres

Username postgres

Kerberos authentication? ☐

Password

Save password? ☐

Role

Service

! 'Name' cannot be empty.

Close Reset Save

Рисунок 4.4 – Вікно параметрів сервера

Далі для підключення до створеного сервера потрібно ввести пароль для суперюзера «Postgres» (рис. 4.5).

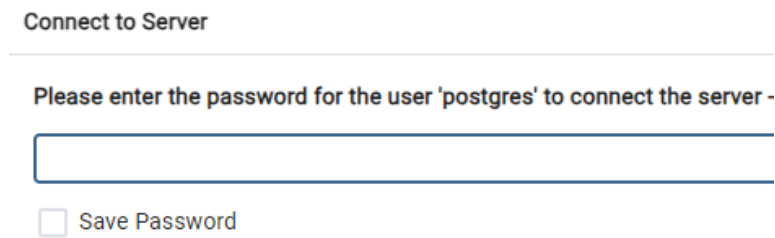


Рисунок 4.5 – Підключення до сервера

Після підключення до сервера для роботи з ГІС необхідно підключити розширення postGIS. Для цього треба відкрити зміст бази даних, далі вкладку «Extensions», в ній обрати postGIS (рис. 4.6).

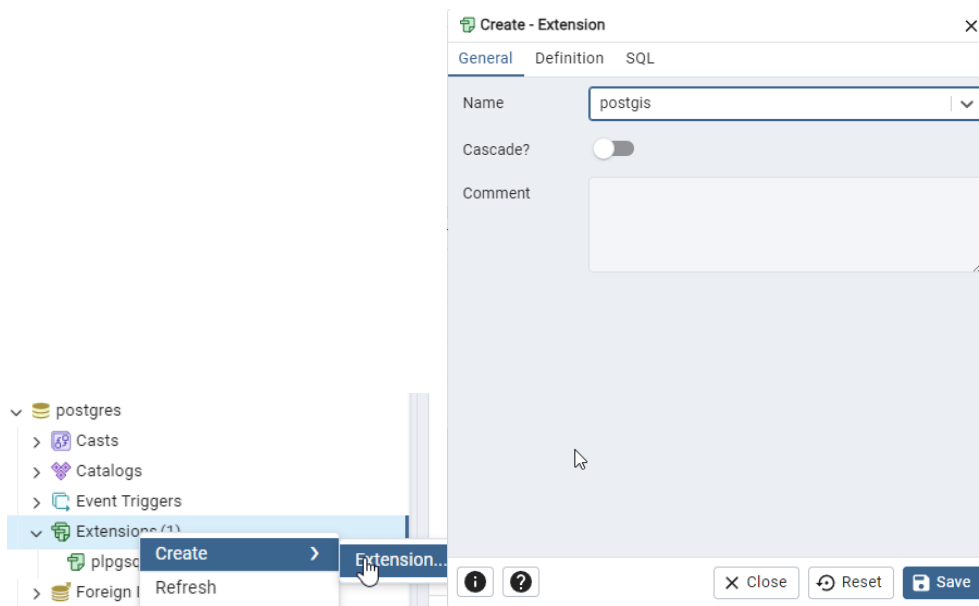


Рисунок 4.6 – Додавання розширення

Далі для перевірки роботи сервера потрібно створити нового користувача, за замовчуванням на сервері є один користувач postgres, суперюзер який управляє сервером. Додати нового користувача за допомогою «Створити» – «Логін» (рис. 4.7).

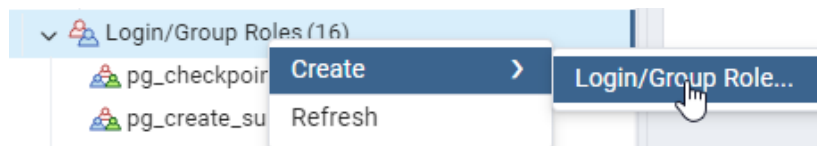


Рисунок 4.7 – Створення користувача

Для користувача задається ім'я, пароль та визначені можливості у вкладці «Привілеї» (рис. 4.8).

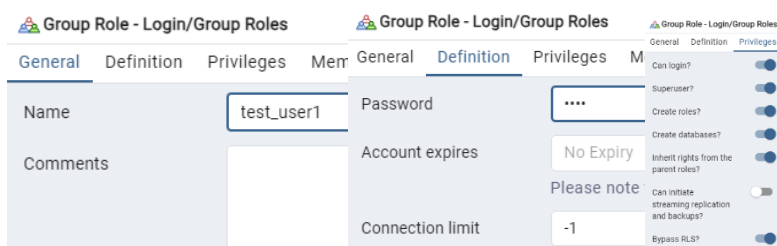


Рисунок 4.8 – Заповнення даних для нового користувача

Запустити новий проєкт у QGIS, «Менеджер шарів», «Додати нове підключення» та заповнюю дані. Необхідно точно заповнити порт, хост та назву бази даних. При підключення до сервера програма потребує ім'я та пароль. Зайти з логіну суперюзера та ввести майстер пароль (рис. 4.9).

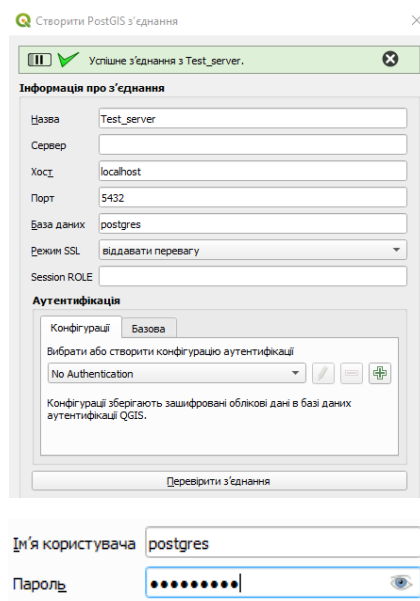


Рисунок 4.9 – Вікно підключення до сервера

Після заповнення даних до сервера і встановлення підключення необхідно натиснути кнопку під'єднати. Якщо натиснути на кнопку «Показати також таблиці без геометрії», то можна побачити текстові поля бази даних, якщо підключення вдалося (рис. 4.10).

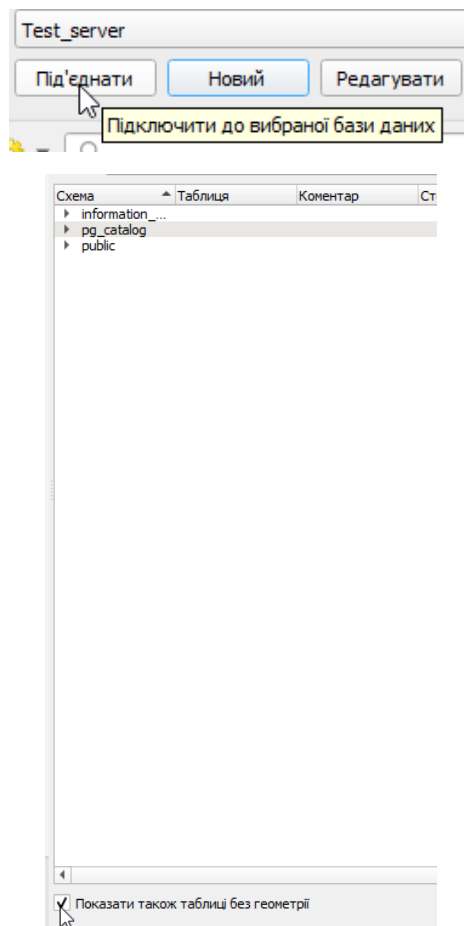


Рисунок 4.10 – Під'єднання та зміст

Додавши до проєкту необхідні шари, їх необхідно перевантажити у базу даних postGIS. Для цього треба відкрити меню «База даних» – «Менеджер баз даних». У менеджері можна буде побачити підключені сервери, а також їх зміст. Схема що автоматично створюється і куди за замовчуванням зберігаються дані у базі даних – схема «public» (рис. 4.11).

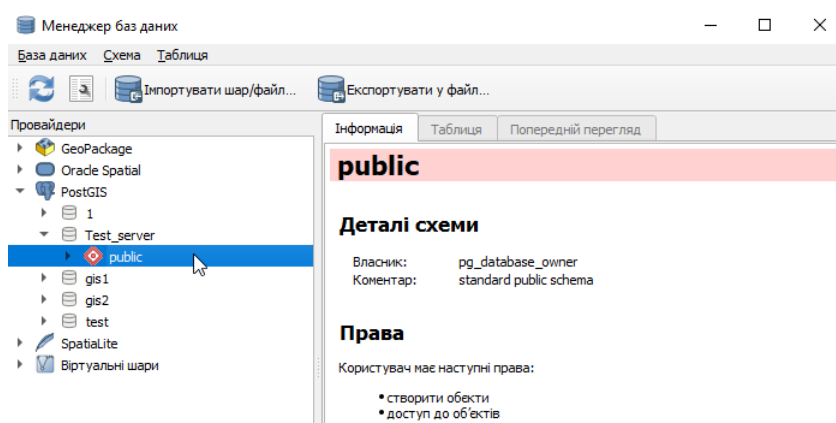


Рисунок 4.11 – Менеджер баз даних

За допомогою інструмента «Імпортувати шар» можна перенести шар з проекту до бази даних. Під час імпорту можна корегувати різні параметри шару (рис. 4.12).

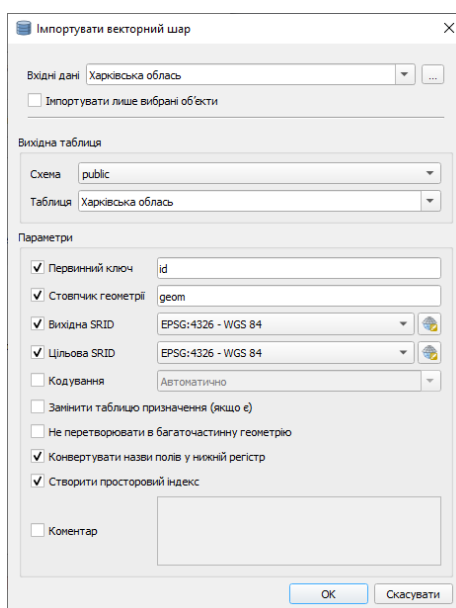


Рисунок 4.12 – Вікно імпортування шару

Після імпорту шару якщо все вдалося з'явиться повідомлення «Шар імпортовано», розгорнувши схему «public» можна буде побачити доданий шар (рис. 4.13).

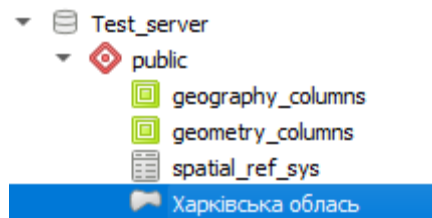


Рисунок 4.13 – Доданих до схеми шар

Для перевірки роботи бази даних треба створити нове з'єднання з іншим користувачем бази даних, «test_user1» (рис. 4.14).

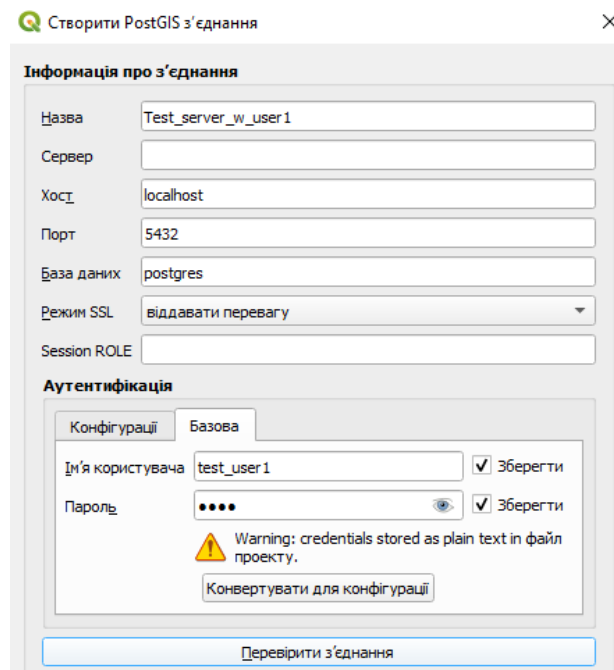


Рисунок 4.14 – Вікно створення нового підключення

Після підключення, якщо у користувача є необхідні права, він зможе побачити зміст бази даних та працювати з ними. Якщо забрати в користувача права, його схема буде пустою (рис. 14).

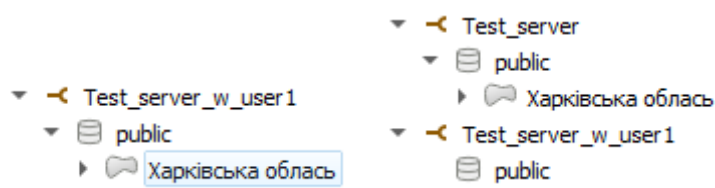


Рисунок 4.15 – Видимість даних залежно від прав користувача

Для створення таблиць у PostgreSQL застосовується команда «create table *ім'я таблиці*» (рис. 4.16). Відкрити pgAdmin – вибрати свою базу. У меню «Tools – Query Tool». Вписати SQL-команду.

В тому ж рядку після цієї команди у дужках розміщується пароль назви і характеристики стовбців таблиці «create table *ім'я таблиці* (id serial not null primary key)», де id – назва стовбця, serial – тип даних, not null – модифікатор що відповідає за заповнення поля, primary key – модифікатор що відповідає за те, щоб значення id було ключем.

```
1 create table parcel (id serial not null primary key,
2 city text,
3 cadastrnumber varchar(50));
4 select * from parcel;
```

Рисунок 4.16 – Команда створення таблиці

Для перегляду створеної таблиці вписати команду «select * from *назва таблиці*», де select – функція для вибірки, * – значення що означає весь вміст таблиці (рис. 4.17).

Data Output			
Messages			
Notifications			
	id [PK] integer	city text	cadastrnumber character varying (50)
1	1	[null]	[null]
2	2	[null]	[null]
3	3	[null]	[null]

Рисунок 4.17 – Ілюстрація доданої в PostGIS таблиці

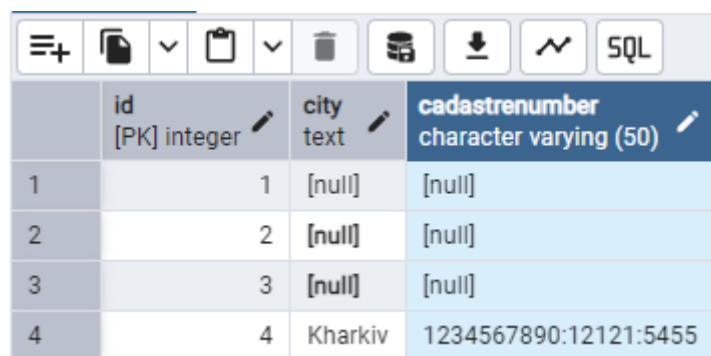
Внесення даних до таблиці відбувається за допомогою команди «insert into *назва таблиці*» (*назви стовбців через кому*) «values» ('значення', 'значення');. «Insert into» означає «внести в таблицю», далі прописана назва

таблиці, у дужках після назви таблиці вписую назви стовбців, у які хочу внести інформацію. Оскільки поле id є серійним та заповнюється автоматично, його не пишу. Values дозволяє занести значення для стовбців по порядку, який до цього вказаний у команді «insert into» (рис. 4.18).

```
insert into parcel (city, cadastrenumber)
values
('Kharkiv', '1234567890:12121:5455');
```

Рисунок 4.18 – Занесення даних у таблицю

За допомогою «select * from *назва таблиці*» переглядаю оновлені результати створеної таблиці (рис. 4.19).



	id [PK] integer	city text	cadastrenumber character varying (50)
1	1	[null]	[null]
2	2	[null]	[null]
3	3	[null]	[null]
4	4	Kharkiv	1234567890:12121:5455

Рисунок 4.19 – Результат внесення даних в таблицю

Для того щоб змінити вже існуючі значення, застосовується команда «update *назва таблиці* set *назва стовбця* = 'значення' where *назва стовбця* = 'значення яке хочемо змінити'». «Update» – означає оновити, «set» – задати нове значення, «where» – показує, що саме треба замінити. Замість «= 'значення яке хочемо змінити'» можна написати «is null», якщо значення пуста (рис. 4.20, 4.21).

```
update parcel
set city = 'Kharkiv'
where city is null;
```

Рисунок 4.20 – Текст команд для заміни вмісту таблиці

≡+ 📄 ▼ 📋 ▼ 🗑️ 🗄️ ⬇️ 📈 SQL			
	id [PK] integer	city text	cadastrnumber character varying (50)
1	4	Kharkiv	1234567890:12121:5455
2	1	Kharkiv	[null]
3	2	Kharkiv	[null]
4	3	Kharkiv	[null]

Рисунок 4.21 – Оновлені дані, у колонці немає пустих значень

Контрольні запитання

1. Що таке просторовий аналіз у геоінформаційних системах?
2. Які основні завдання вирішує просторовий аналіз у міському господарстві?
3. Які типи операцій просторового аналізу ви знаєте (буферизація, оверлей, аналіз близькості тощо)?
4. У чому полягає відмінність між топологічним та метричним аналізом?
5. Що таке операція «Буфер» і які її практичні застосування?
6. Для чого використовується аналіз накладання шарів (Overlay)?

Практичне заняття 5

Геопросторовий аналіз та візуалізація даних

Мета роботи – розглянути методи створення, візуалізації та використання цифрових моделей рельєфу та поверхонь в міському плануванні.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS, Excel.

Пояснення до роботи

1. Перетворення вихідних даних.

Для створення цифрової моделі рельєфу в першу чергу необхідні вихідні дані, наприклад множина точок з відомими висотами (рис. 5.1). Дані підвантажити з самостійно створеного файлу CSV так само, як це виконували в практичній роботі 3.

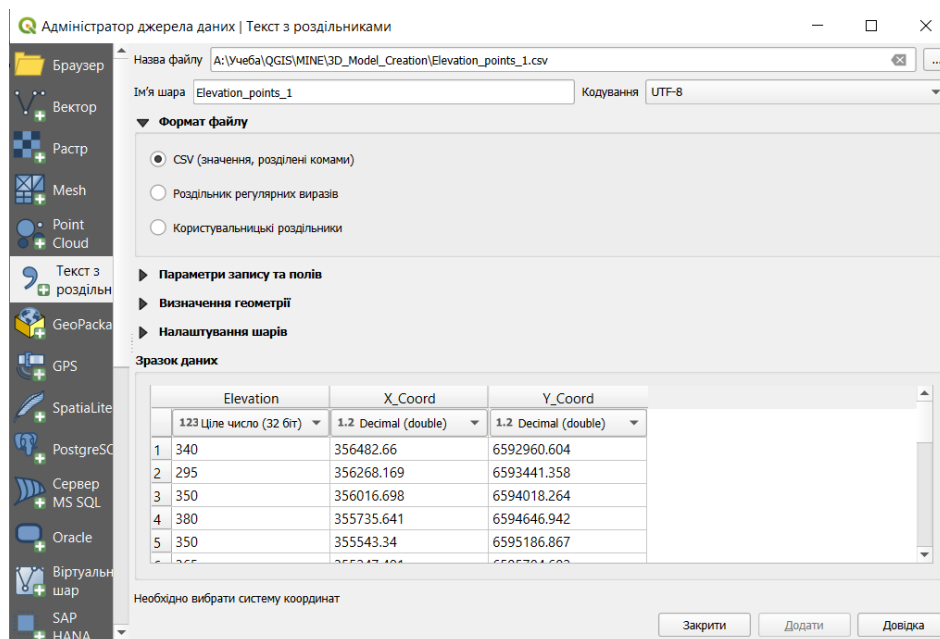


Рисунок 5.1 – Дані висот у форматі .CSV

QGIS як роздільний знак для чисел використовує кому за замовчуванням, тому необхідно перетворити текстове поле з крапкою, якщо таке є, у числове поле з комою (рис. 5.2, 5.3).

text
161.41
145.87

Рисунок 5.2 – Вихідний формат даних

Рисунок 5.3 – Перетворення даних

За допомогою «Калькулятора поля» створити нове поле з типом даних десятичного числа; для даних прописати функцію заміни, щоб у всіх значеннях поля «текст» крапки замінились на коми (рис. 5.4).

text	H1
161.41	161,41
145.87	145,87

Рисунок 5.4 – Результат перетворення

Для коректності створення цифрової моделі поверхні необхідно відфільтрувати дані: прибрати ті елементи, що мають некоректні дані (рис. 5.5).

224	511	150.78	150,78
225	512	140.04	140,04
226	513	CfCЪ.PIPrC<	NULL
227	514	139.52	139,52

Рисунок 5.5 – Некоректні дані

Для створення моделі рельєфу використати інструмент «Інтерполяція» чи, наприклад, інструмент «Thin plate spline» плагін GRASS. В інструменті задати необхідний шар та поле (рис. 5.6).

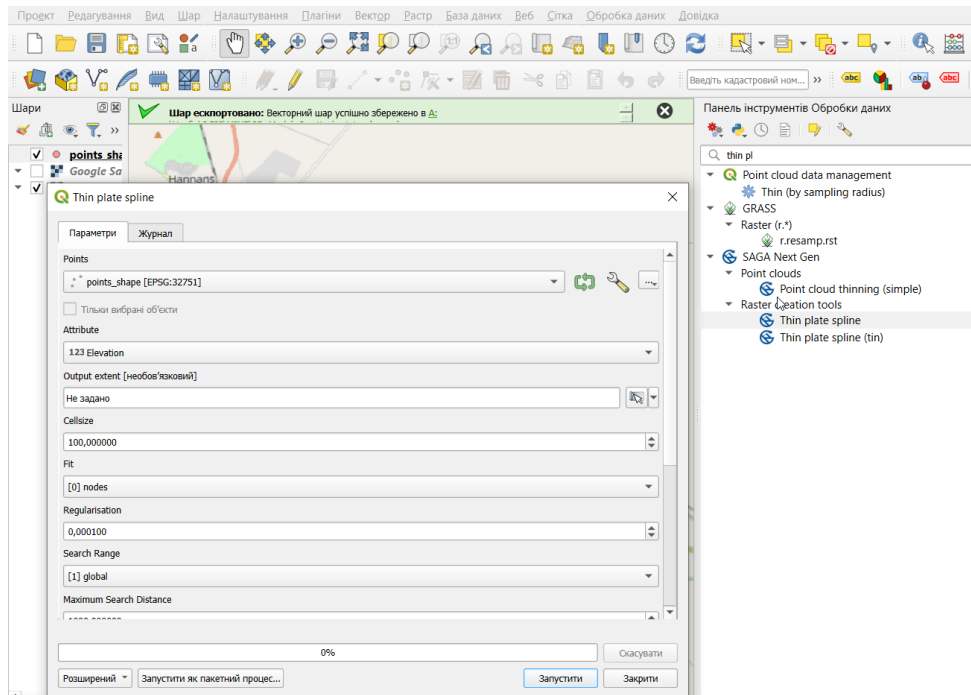


Рисунок 5.5 – Вікно інструмента «Thin plate spline»

У результаті отримується растр з даними висот (рис. 5.6).

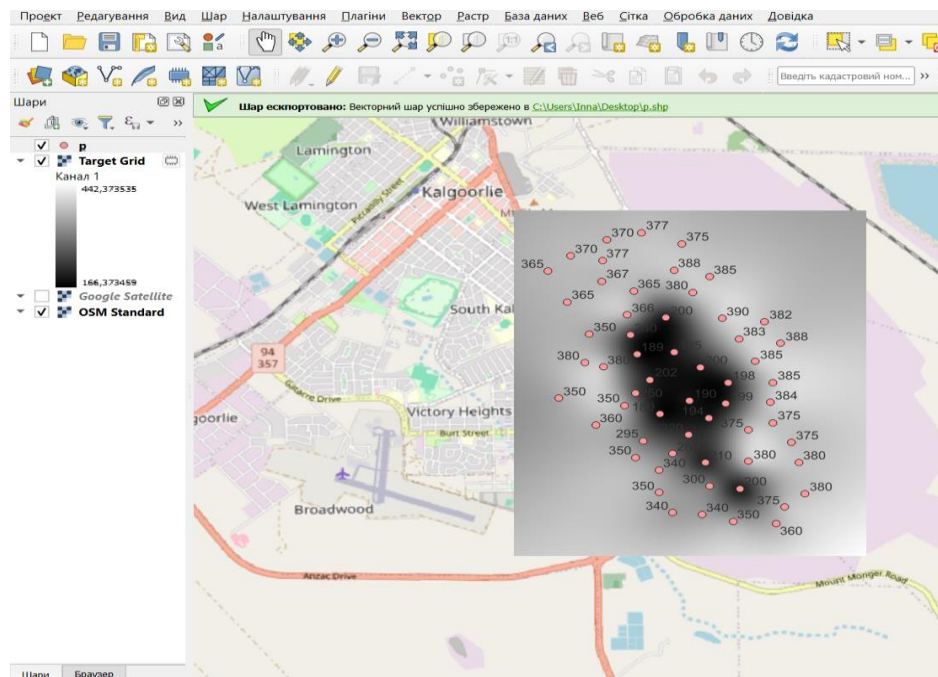


Рисунок 5.6 – Приклад результату побудови растру інструментом «Thin plate spline»

За допомогою меню «Вид» – «Вікно 3D» можна надати моделі тривимірний вигляд. Для цього потрібно зайти у вікно 3D-карти та відкрити налаштування. У вікні налаштування місцевості обрати Тип DEM та задати шар з моделлю TIN (рис. 5.7, 5.8).

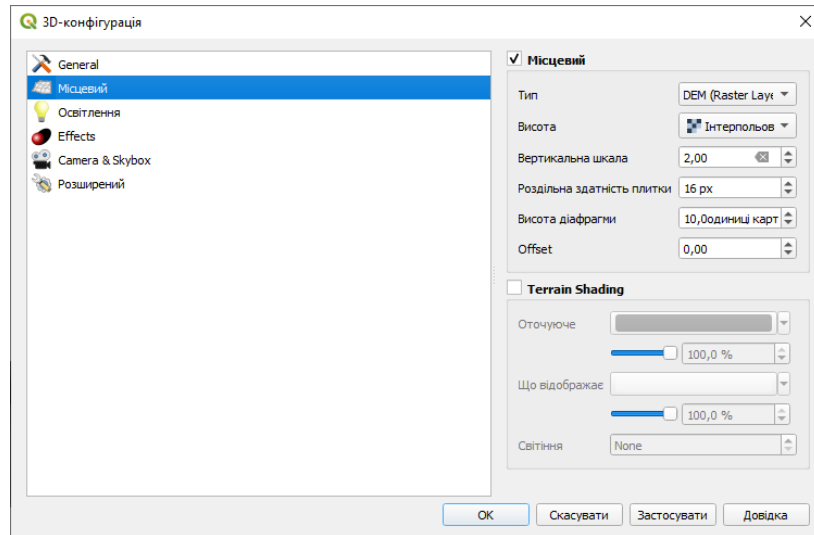


Рисунок 5.7 – Налаштування вікна 3D-перегляду



Рисунок 5.8 – Моделі рельєфу із значенням вертикальної шкали 3 та 2

Задаючи різне значення вертикальної шкали можна редагувати коефіцієнт видавлювання рельєфу моделі. Також для тривимірного відображення можна використати плагін «QGIS2THREES».

Контрольні запитання

1. Що таке цифрова модель рельєфу (ЦМР) і які її основні типи?
2. Чим відрізняється цифрова модель висот (DEM) від цифрової модель поверхні (DSM)?
3. Які джерела даних використовуються для створення цифрових моделей рельєфу?
4. Які інструменти в ГІС застосовуються для побудови ізоліній?
5. У чому полягає процес інтерполяції та для чого він використовується у створенні поверхонь?
6. Що таке похідні рельєфу (крутизна, експозиція) і як вони обчислюються?
7. Які практичні завдання вирішуються за допомогою аналізу ухилів місцевості?

Практичне заняття 6

Аналіз якості даних та їхнє очищення

Мета роботи – навчитися оцінювати якість геопросторових даних, виявляти та усувати помилки та невідповідності у просторовій та атрибутивній інформації, освоїти методи попередньої обробки даних перед аналізом.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.

2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Для виконання роботи використовуйте результати минулих практичних занять. Перевірка топології проводиться через ведення топологічних правил для бази геоданих: Наприклад, перевірка на перетин, з'єднання або відстань між елементами інженерних мереж, тощо. Наприклад, перевірка перетину інженерних мереж виконується за допомогою інструмента набору «Векторне накладання» – «Перетин ліній» (рис. 6.1).

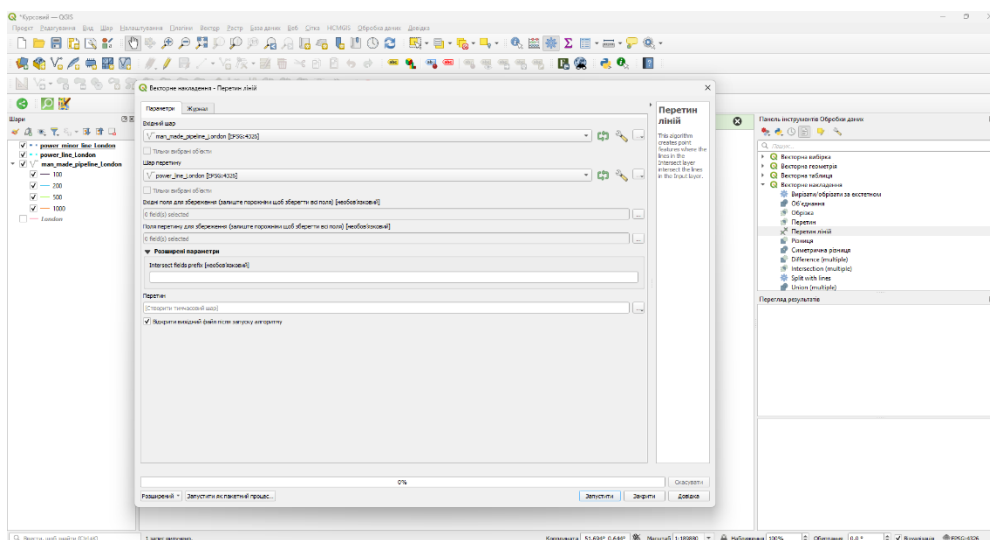


Рисунок 6.1 – Ілюстрація інструменту «Векторне накладання»

Також для реалізації цих перевірок використовуються професійні інструменти вбудованого менеджера топології QGIS, а також додаткові плагіни:

- Topology Checker – для створення й валідації топологічних правил;
- Geometry Checker – для перевірки помилок геометрії (нульова геометрія, самоперетини, відсутність замкнутості);

– DSGTools – плагін, що дозволяє виконувати просторову валідацію за заздалегідь визначеними сценаріями та шаблонами топологічних взаємозв'язків.

Під час перевірки виявляються й усуваються поширені помилки: нульова або відсутня геометрія, дублікати об'єктів, геометрично некоректні лінії (наприклад, зламані або не з'єднані сегменти трубопроводів).

Наприклад, один із інструментів в QGIS, який дозволяє зробити перевірки – це «Видалення нульової геометрії» (6.2).

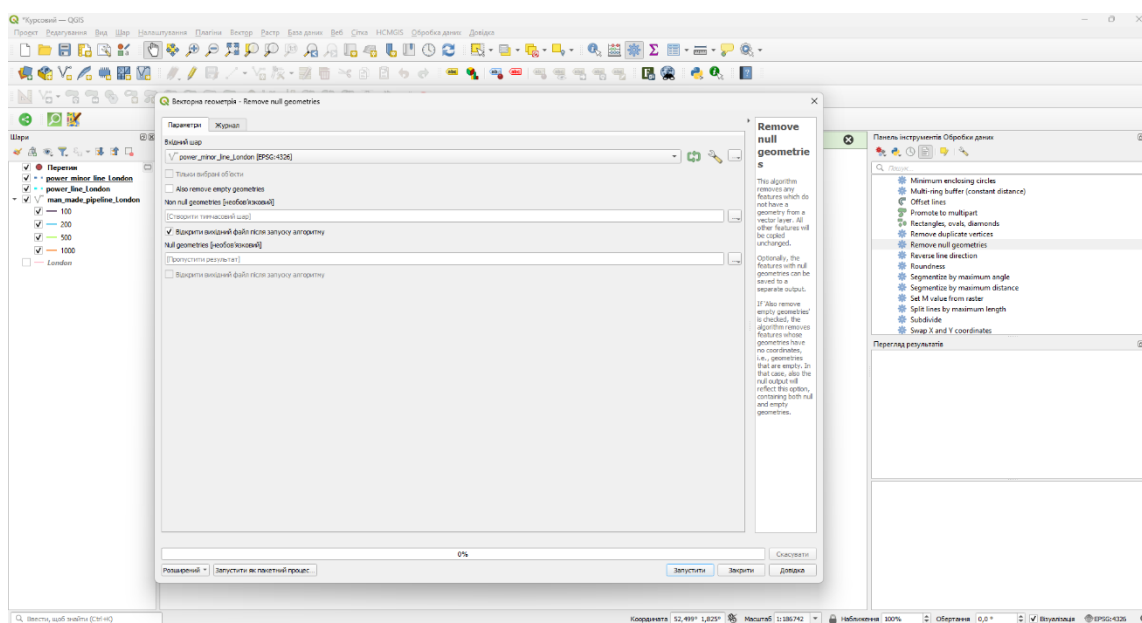


Рисунок 6.2 – Ілюстрація інструменту «Видалення нульової геометрії»

Контрольні запитання

1. Які основні види помилок зустрічаються у геопросторових даних?
2. Що таке топологічні помилки та чому вони критичні для просторового аналізу?
3. Як перевіряється коректність геометрії об'єктів?
4. Які методи використовуються для очищення та стандартизації атрибутивної інформації?

5. Чому важливо використовувати єдині системи координат під час роботи з кількома шарами?

Практичне завдання 1 Стандартизація систем координат, метаданих і підготовка картографічного макета

Мета завдання – сформувати цілісний набір геоданих модуля 1 із єдиною СК, валідованою геометрією та заповненими метаданими; підготувати друкований картографічний макет (A3 в форматі PDF) і структурований пакет результуючих файлів (GeoPackage + стилі + метадані).

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Вихідні дані:

1. Векторні шари з ПР2–ПР3 (адм. межа / район дослідження, будівлі, дороги, інженерні мережі – за наявності).
2. Растровий шар ЦМР/відмивка з ПР5 (за наявності).
3. Результати перевірок якості даних з ПР6 (правила топології / переліки помилок).

Очікувані результати:

1. Єдиний GeoPackage M1_Project.gpkg з шарами у спільній СК.
2. Набір стилів (/styles/*.qml або SLD).
3. Файл метаданих для кожного шару (у проєкті QGIS + експорт у XML/JSON).

4. Картографічний макет А3 (PDF) з коректним оформленням.
5. Короткий звіт (2–4 стор.): опис СК, метаданих, правил якості і підсумків.

Пояснення до роботи

1. Організація структури даних (ETL у межах QGIS):
 - А. Створіть робочу папку проєкту: ...\\Module1_ExtraTask\\{data, styles, output, meta}.
 - В. Створіть M1_Project.gpkg і перенесіть у нього всі векторні шари (через База даних → Менеджер баз даних → Імпорт шару).
 - С. Для растрових шарів (наприклад, hillshade) виконайте Перепроєктування (за потреби) і збережіть у data/rasters/.
2. Єдина система координат (СК):
 - А. Визначте СК початкових шарів (Властивості шару → Інформація).
 - В. Встановіть єдину СК проєкту: УСК-2000 (відповідна зона) або UTM WGS84, за завданням викладача.
 - С. Виконайте перепроєктування усіх шарів у цю СК з подальшим збереженням у M1_Project.gpkg (правою кнопкою на шарі → Експорт → Зберегти як...).
 - Д. Створіть просторові індекси для векторних шарів (у Менеджері БД або Властивості шару → Джерело → Створити індекс).
3. Стандартизація атрибутів і правил якості:
 - А. Відкрийте Таблицю атрибутів → Проєктування форм:
 - задайте Not null/Unique для ключових полів (id, name, type тощо);
 - додайте вираз-обмеження (regex/вираз QGIS) для кодованих полів (напр., класи доріг, тип будівлі).
 - В. Повторіть базові перевірки з ПР6:
 - Geometry Checker (нульова геометрія, самоперетини, дублікати);

– Topology Checker (правила: *будівлі не перекриваються; дороги лежать у межах території; лінійні мережі з'єднані у вузлах*).

С. Застосуйте виправлення (інструменти «Виправити геометрію», «Розчинити/Розбити», «З'єднати вузли» тощо) і задокументуйте в журналі виправлень (у звіті — табличка до/після).

4. Метадані (ISO 19115 — через діалог метаданих QGIS):

А. Для кожного шару заповніть: Назва, Анотація (Abstract), Ключові слова, Дата/Лінійність (Lineage/Джерела), Відповідальна особа, Просторове охоплення/СК.

В. Для проєкту (Проект → Властивості → Метадані) — стислий опис і перелік шарів.

С. Експортуйте метадані (XML/JSON) у папку meta/ (кнопка «Експорт» у вікні метаданих).

5. Символогія та стилі:

А. Дороги – категорійна класифікація за maxspeed/класом; будівлі – за призначенням; інженерні мережі – за напругою/діаметром; ЦМР/відмивка – режим змішування *Помноження* під напівпрозорими векторами.

В. Збережіть стилі як *.qml у styles/ та прив'яжіть їх до шарів у GeoPackage (Стиль → Зберегти стиль → Вбудований у базу даних).

6. Картографічний макет (A3):

А. Створіть Layout: формат A3, масштаб (1 : 5 000 або за завданням), сітка координат, північна стрілка, шкала, легенда з групуванням шарів.

В. Додайте службову інформацію: назва карти, автор(и), СК, джерела, дата, умовні позначення, вихідні дані.

С. Експортуйте у output/Map_A3.pdf.

7. Контроль і публікація результатів:

А. Повторно відкрийте M1_Project.gpkg у «чистому» проєкті QGIS та переконайтеся, що стилі і метадані читаються коректно.

В. (За наявності PostGIS) Імпортуйте ключові шари до БД і виконайте короткий тест-запит (напр., підрахунок будівель за типом; довжина доріг за класом).

Вимоги до звітності:

1. Титульний аркуш (дисципліна, модуль, група, ПІБ, дата).
2. Короткий опис СК (обґрунтування вибору, параметри трансформації).
3. Схема даних (перелік шарів у GPKG із основними полями; 1 рис.).
4. Метадані (1 таблиця: шари × обов'язкові поля ISO-блоку).
5. Якість даних (таблиця «було / стало»: тип помилки, кількість, метод виправлення, результат).
6. Скріни основних кроків (символогія, топологічні правила, метадані).
7. Картографічний макет А3 (PDF) додати окремим файлом.
8. Додатки: M1_Project.gpkg, /styles, /meta, /output/Map_A3.pdf.

Контрольні запитання

1. Чому важливо уніфікувати СК перед просторовим аналізом?
2. Які мінімальні обов'язкові поля метаданих забезпечують відтворюваність набору даних?
3. Які типові топологічні правила доцільні для шарів «будівлі», «дороги», «мережі»?
4. Чим відрізняється вбудований стиль у GPKG від зовнішнього *.qml?
5. Які графічні елементи є обов'язковими для макета карти?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Практичне заняття 7

Моделювання міської забудови: створення та аналіз будівель

Мета роботи – опрацювання масивів даних забудови, оцінка забудови міської території за допомогою просторового аналізу у ГІС.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Для пошуку вихідних даних потрібно використати плагін QGIS – QuickOSM, про який йде мова в практичній роботі 2.

За допомогою підбору ключа та значення можна здійснити пошук векторних даних, для специфікації розміщення цих даних необхідно задати назву населеного пункту (рис. 7.1). Населений пункт обрати самостійно за погодженням із викладачем.

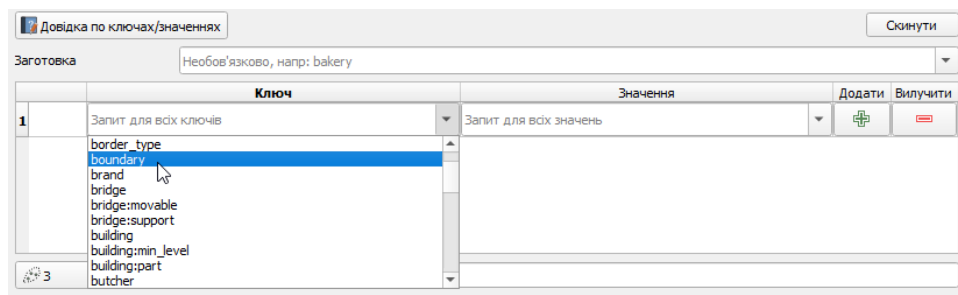


Рисунок 7.1 – Пошук даних

За результатами запиту завантажити знайдені межі та будівлі населеного пункту (рис. 7.2, 7.3).

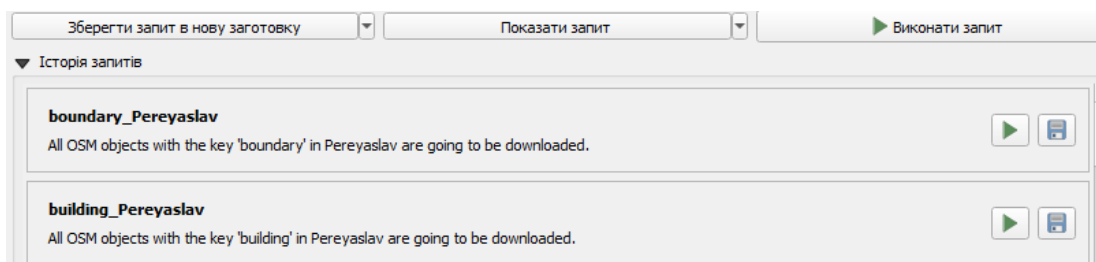


Рисунок 7.2 – Завантаження знайдених даних



Рисунок 7.3 – Вихідні дані

Використати оверлейні операції для аналізу полігональних об'єктів з є базовим інструментарієм в QGIS. Наприклад, інструмент «Різниця», який обрізає шар за трафаретом іншого шару (рис. 7.4).

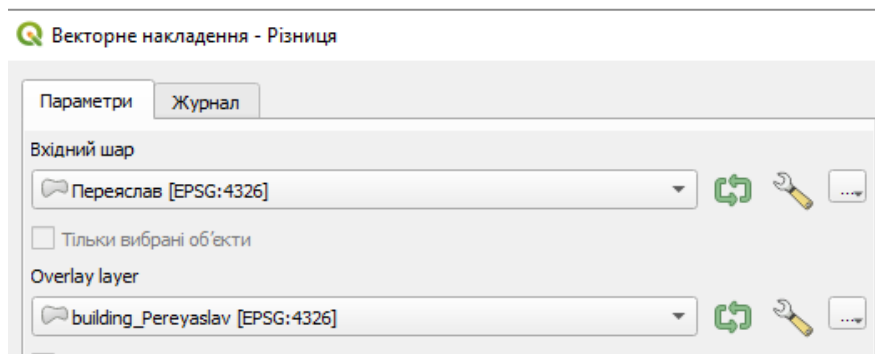


Рисунок 7.4 – Векторне накладання, інструмент різниця

У результаті обрізання полігонального шару з межами населеного пункту отримується шар з отворами від будівель (рис. 7.5).

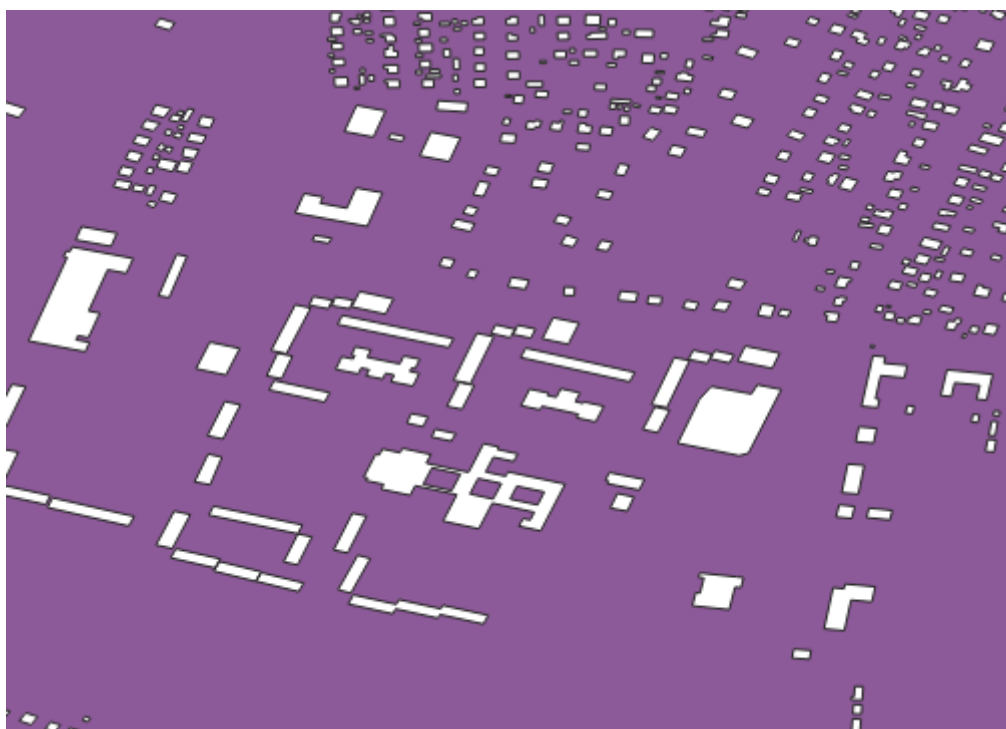


Рисунок 7.5 – Результати обрізання шару за трафаретом будівель

Для кожного шару через «Калькулятор відкритого поля» додається поле «Площа». Визначити загальну площу обраного населеного пункту: площу з вирізаними будівлями та площу кожної будівлі (рис. 7.6).

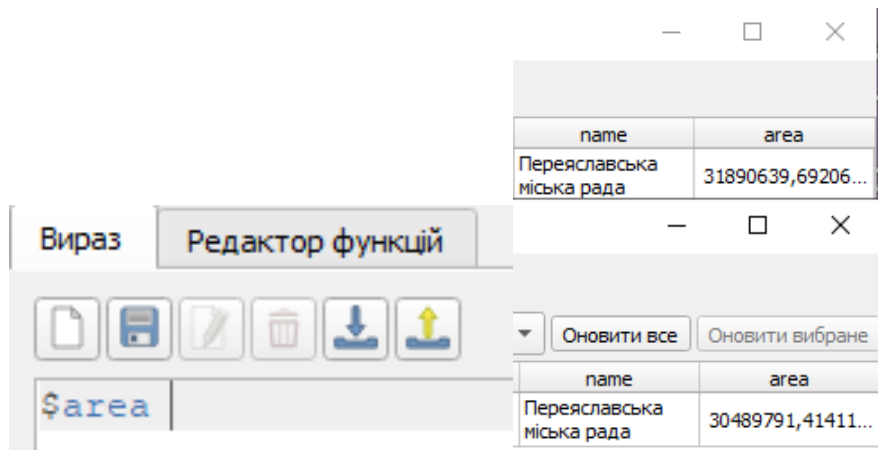


Рисунок 7.6 – Визначена площа різних шарів

Порівняти достовірність результатів і проаналізувати відсоток забудови можна за допомогою панелі додаткових інструментів оцифрування, інструменту «Об'єднати обрані об'єкти». Створити вибірку з усіх будівель і за допомогою інструменту обрати варіант об'єднання. У полі «Об'єднати» приклад розрахованої суми всіх будівель (рис. 7.7).

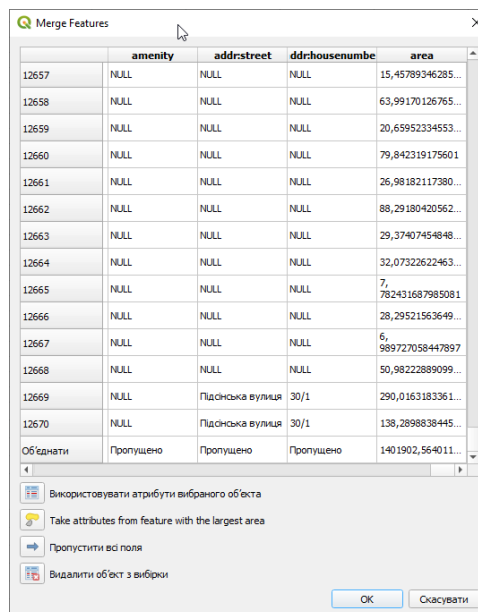


Рисунок 7.7 – Об'єднання в QGIS

У Excel розрахувати різницю між площею населеного пункту та полігоном населеного пункту із вирізаними будівлями (рис. 7.8).

Фактична сума площі будівель	1401902,564
Площа Переяслава	31890639,692
Площа переяслава з вирізаними будівлями	30489791,414
Різниця площ	1400848,278

Рисунок 7.8 – Об'єднання і результати в Excel

Різниця між цими площами відрізняється від суми площ усіх будівель. Це відбувається через будівлі, які одночасно знаходяться ззовні та всередині полігону населеного пункту (рис. 7.9).

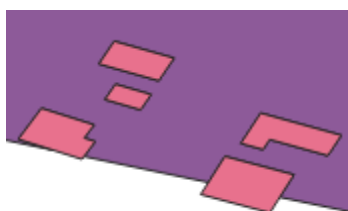


Рисунок 7.9 – Будівлі що виходять за межі шару

Контрольні запитання

1. Що таке тематична карта та чим вона відрізняється від оглядової?
2. Які типи тематичних карт найчастіше використовуються в міському господарстві?
3. Чим відрізняється кількісне та якісне відображення даних на карті?
4. Які способи класифікації даних ви знаєте (рівні інтервали, квантилі, природні межі тощо)?
5. Для чого застосовується метод градуйованих символів?

6. Як правильно підбирати кольорову гаму для тематичних карт?
7. Які принципи картографічного дизайну необхідно враховувати під час створення карти?

Практичне заняття 8

Моделювання транспортних мереж та розрахунок параметрів

Мета роботи – опрацювати дані про транспортні мережі міста, провести їхню класифікацію, визначити довжину.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Додати вихідні дані доріг згідно з матеріалами з практичної роботи 2. До шейпфайлів дороги необхідно створити нове або повністю заповнити старе (рис. 8.1) поле швидкісного режиму за допомогою «Калькулятора полів».

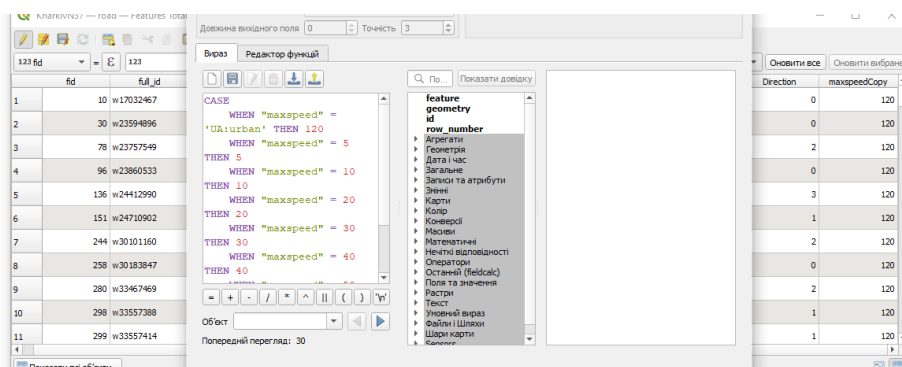


Рисунок 8.1 – Алгоритм заповнення поля швидкісного режиму

В результаті утворене нове поле «maxspeedCory» з даними швидкісного режиму (рис. 8.2)

Id	fid	com_id	com_type	highway	name	surface	maxspeed	ref	Direction	maxspeedCory
1	10	17032467	way	tertiary	вулиця Бучин	ASPH	Urban	ASPH	0	120
2	30	23594896	way	primary_link	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	0	120
3	76	23757549	way	primary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	2	120
4	96	23860533	way	tertiary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	0	120
5	136	24412990	way	primary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	3	120
6	151	24710902	way	primary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	1	120
7	244	30101160	way	primary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	2	120
8	258	30183847	way	trunk_link	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	0	120
9	280	33467469	way	secondary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	2	120
10	296	33537388	way	secondary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	1	120
11	299	33537414	way	secondary	вулиця Гончарів	ASPH	Urban	ASPH	1	120

Рисунок 8.2 – Таблиця атрибутів шару доріг з новим полем

Класифікувати шар доріг за швидкісним режимом (рис. 8.3, 8.4).

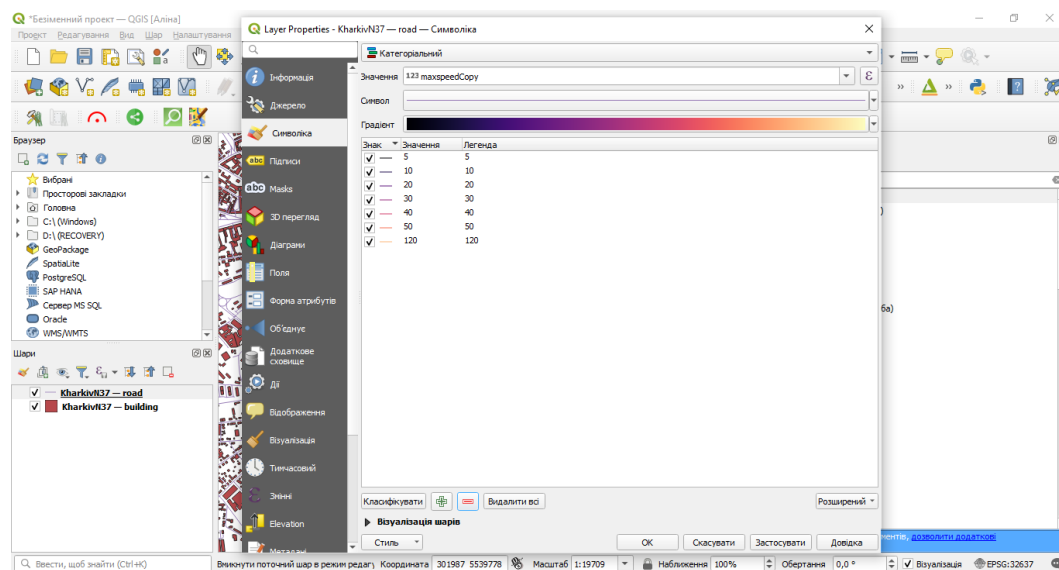


Рисунок 8.3 – Класифікація шару доріг

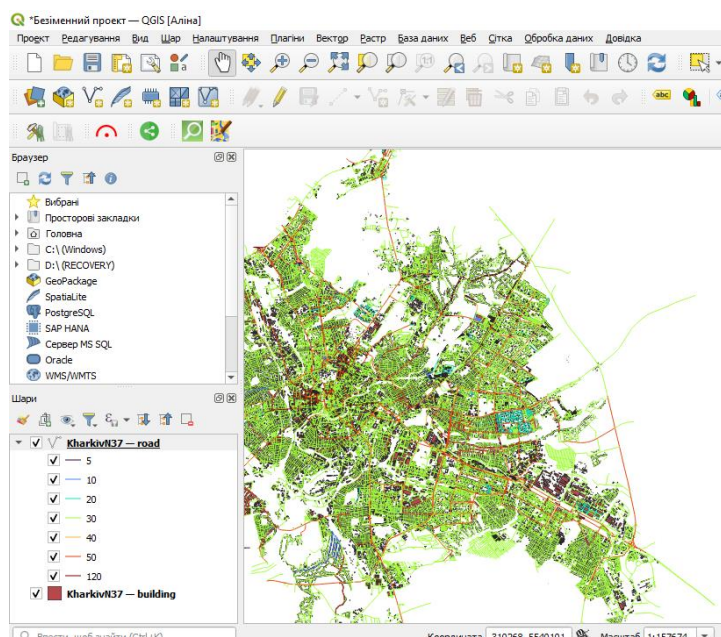


Рисунок 8.3 – Класифікований шар доріг

За отриманими даними можна провести аналіз маршрутів за допомогою інструментів QGIS, наприклад, «Найкоротший маршрут» (рис. 8.4, 8.5).

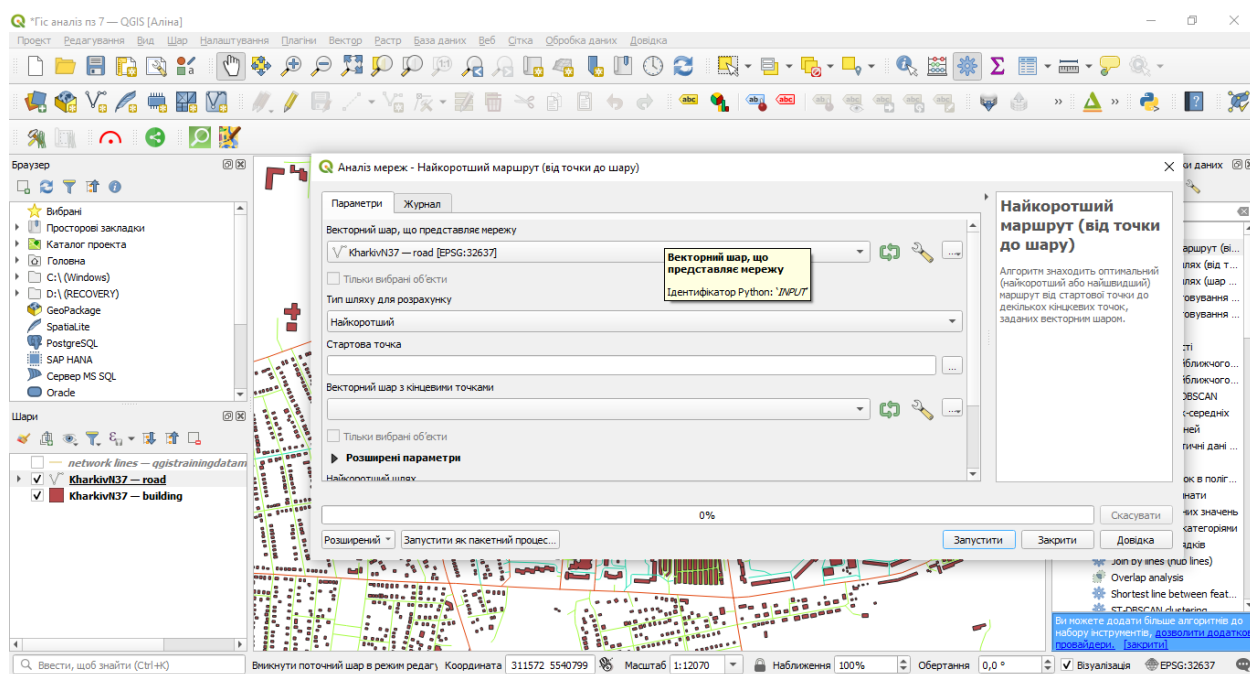


Рисунок 8.4 – Ілюстрація вікна інструменту «Найкоротший маршрут» «Від точки до шару»

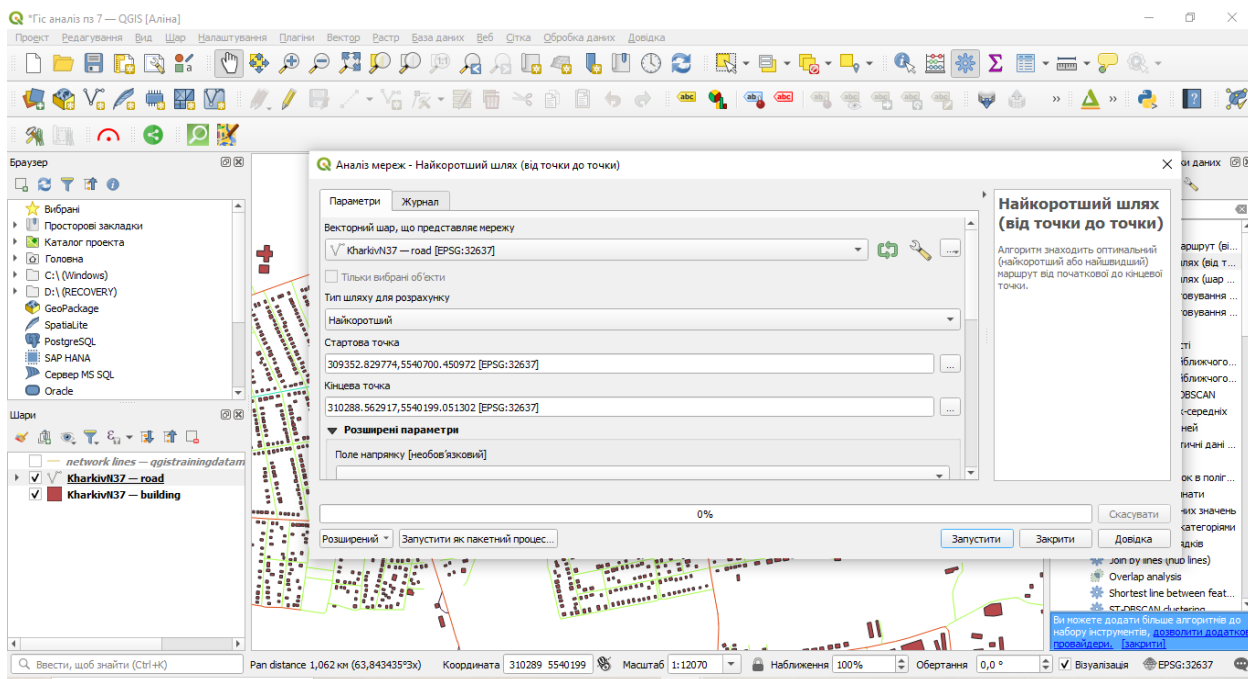


Рисунок 8.5 – Ілюстрація вікна інструменту «Найкоротший маршрут» «Від точки до точки»

Результатом аналізу будуть оптимальні маршрути між елементами карти (рис. 8.6).

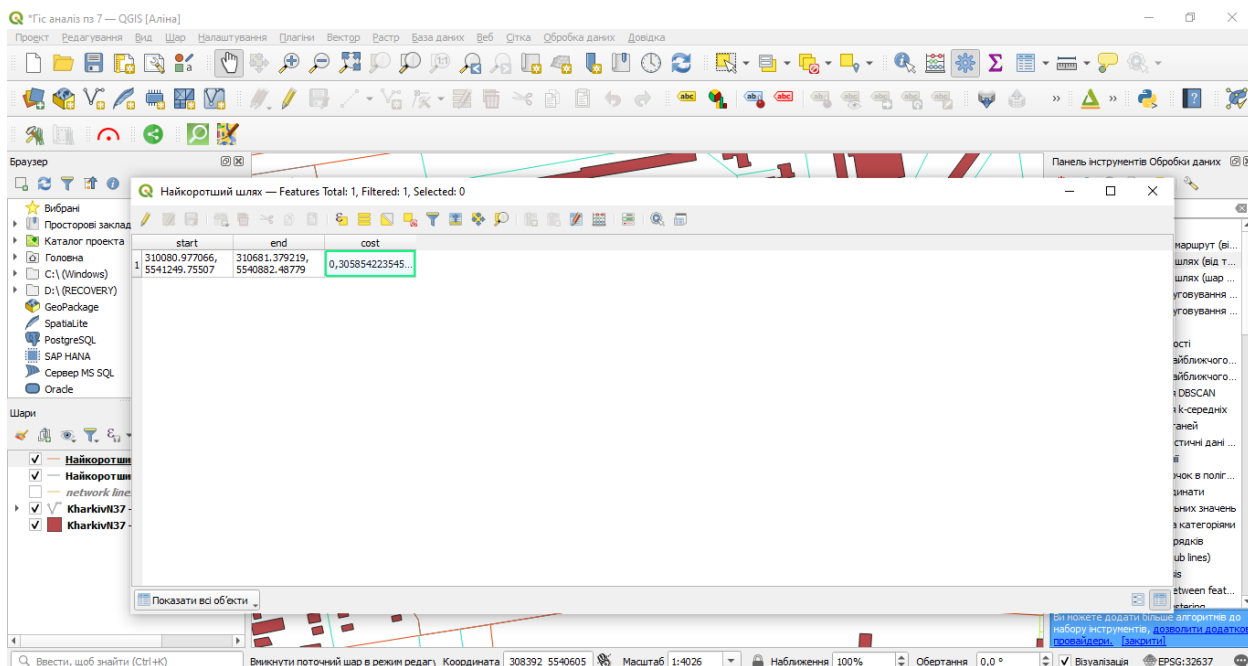


Рисунок 8.6 – Оптимальні маршрути між елементами карти

Контрольні запитання

1. Що таке просторовий запит у геоінформаційних системах?
2. Які типи просторових відношень використовуються для формування запитів (перетин, дотик, входження тощо)?
3. У чому відмінність між атрибутивним і просторовим запитом?
4. Як виконати вибірку об'єктів, що знаходяться в межах заданої території?
5. Які інструменти QGIS/ArcGIS використовуються для просторових вибірок?
6. Що таке комбінація запитів і як її реалізувати у ГІС?
7. Як можна поєднати атрибутивні та просторові умови у єдиному запиті?
8. У яких випадках доцільно застосовувати SQL-запити в ГІС?
9. Які приклади практичного використання просторових запитів можна навести для управління міським господарством?

Практичне заняття 9

Моделювання інженерних мереж (водопостачання, електромережі)

Мета роботи – опрацювати дані про інженерні мережі міста, провести їх класифікацію, визначити довжину.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення: браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

За допомогою плагіну QuickOSM завантажити векторні дані електромереж та елементів інженерної інфраструктури (рис. 9.1–9.3).

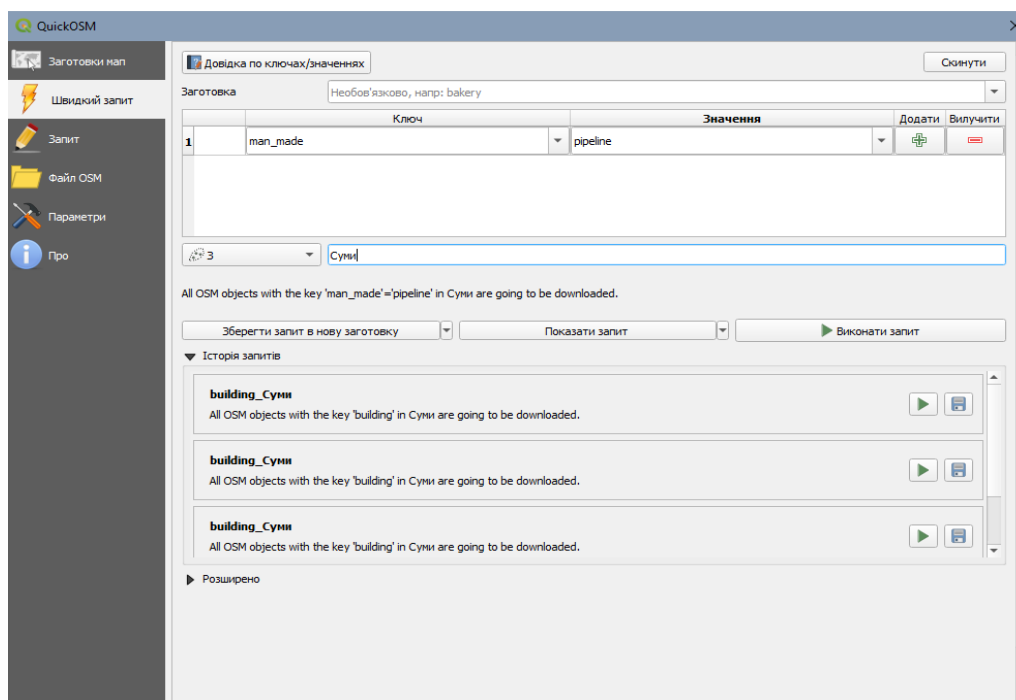


Рисунок 9.1 – Вивантаження вихідних даних



Рисунок 9.2 – Результат вивантажених даних

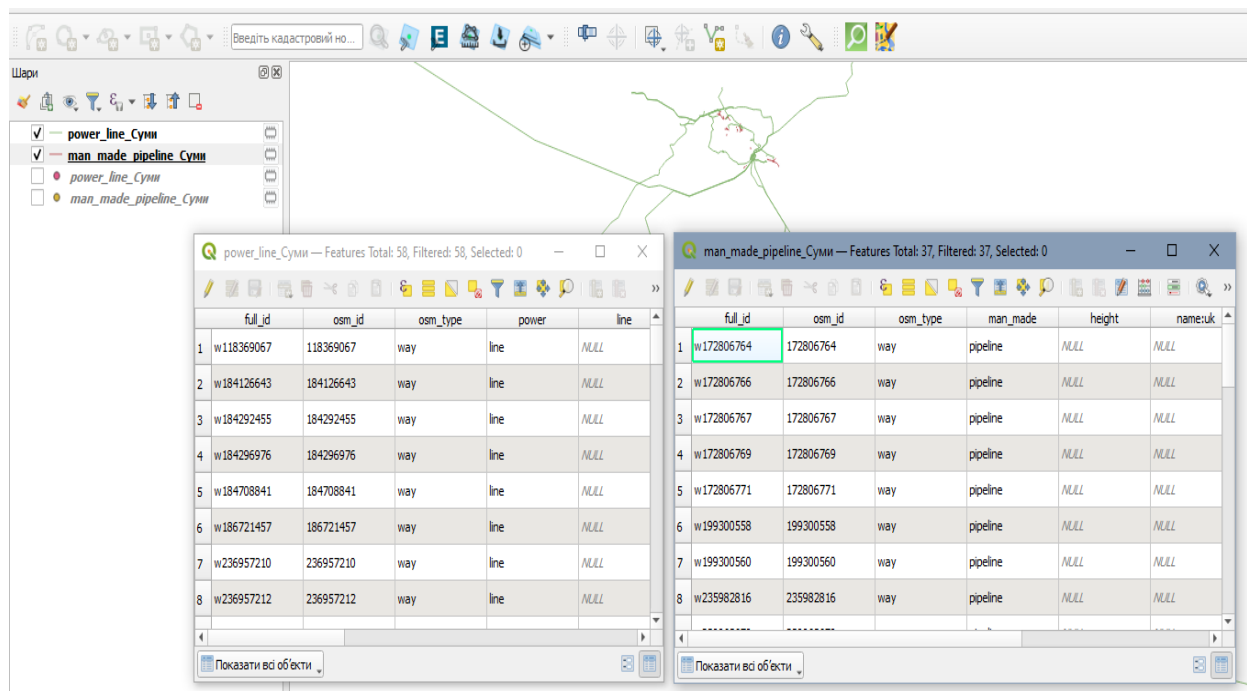


Рисунок 9.3 – Атрибутивні таблиця шарів (лінійних)

Далі здійснюється візуалізація шарів електромереж шляхом класифікації за значенням поля «voltage» (рис. 9.4, 9.5).

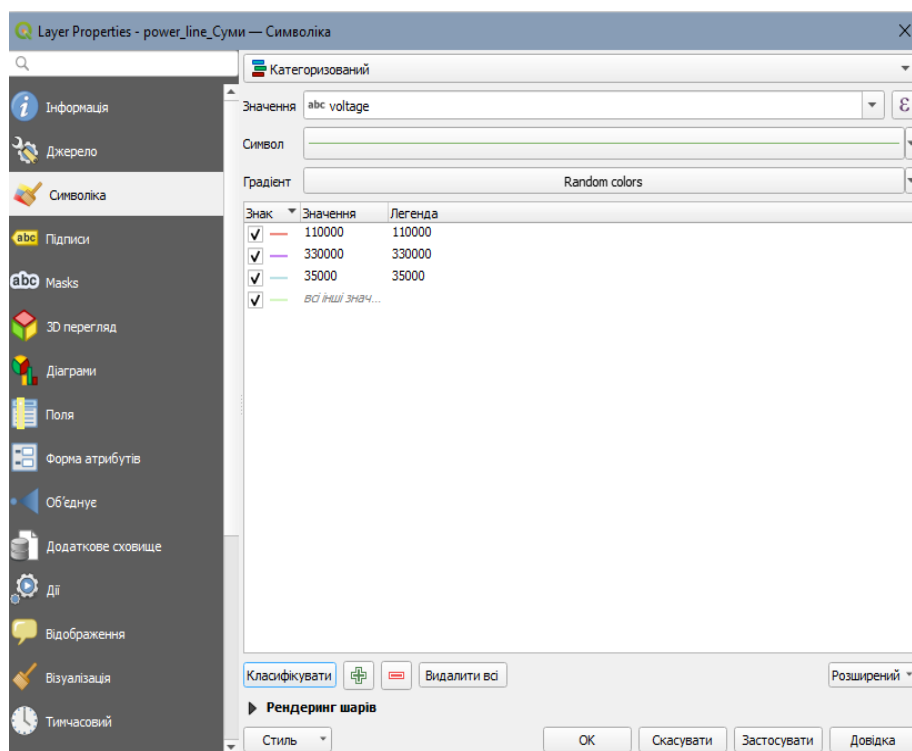


Рисунок 9.4 – Налаштування параметрів класифікації

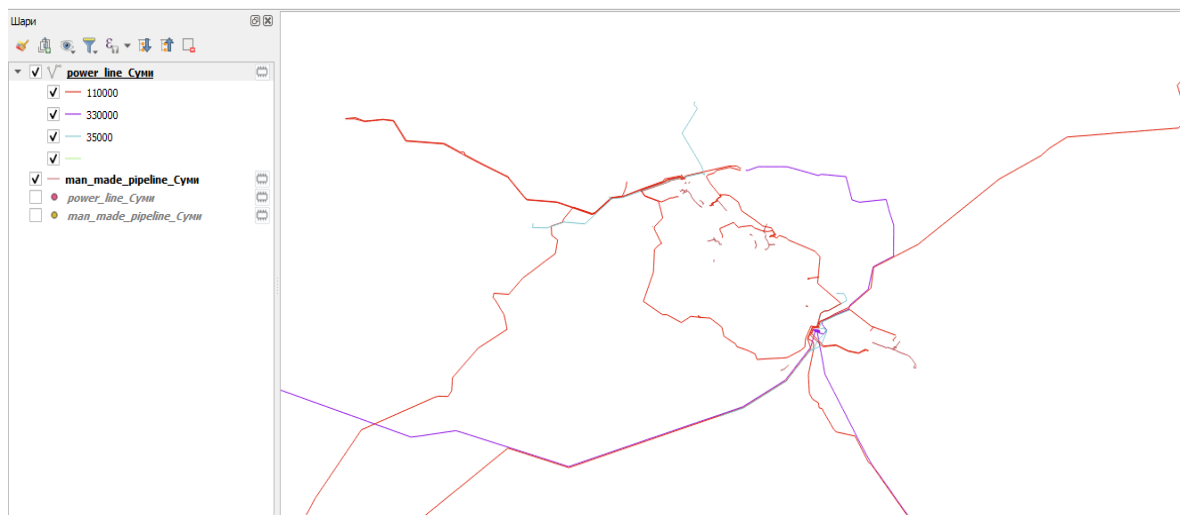


Рисунок 9.5 – Результат налаштувань

Далі для аналізу задається фільтр для відбору об'єктів за певним значенням поля (по voltage) (рис. 9.6, 9.7).

Рисунок 9.6 – Задавання виразу для фільтрації

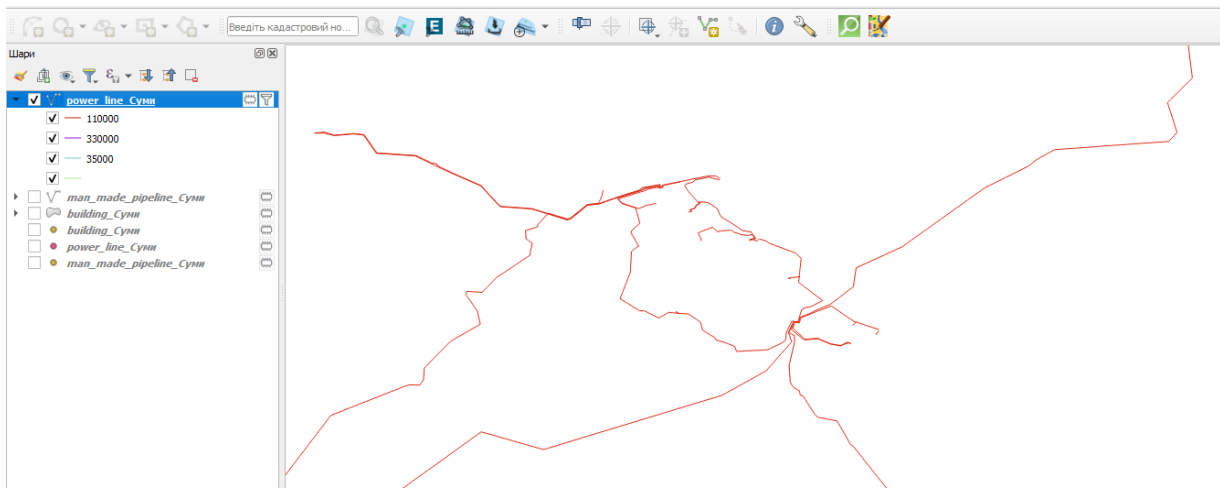


Рисунок 9.7– Результат фільтрації

Додається нове поле в атрибутивну таблицю для збереження довжини об'єкта з вольтажем 11000 (рис. 9.8, 9.9).

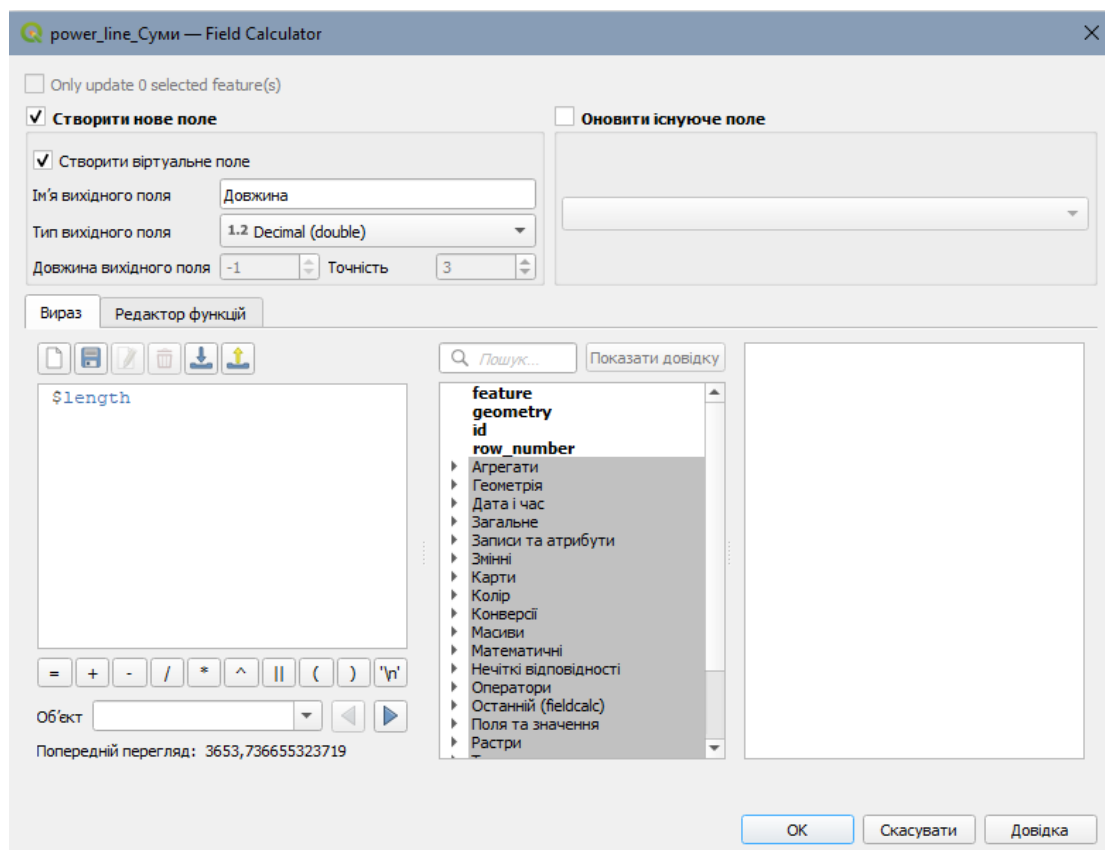


Рисунок 9.8 – Налаштування параметрів створення нового поля

	voltage	to	und_conductors:des	ground_conductors	from	description	circuits	cables	Довжина
1	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	6	3653,73655323...
2	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	2	6	389,6840029669...
3	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1	3	13929,81376809...
4	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1	3	17190,73813788...
5	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	2	6	3702,533133376...

Рисунок 9.9 – Результат додавання нового поля «Довжина»

Обчислення сумарної довжини для електромереж за вольтажем “voltage” = ‘110000’ (рис. 9.10, 9.11).

power_line_Суми — Field Calculator

☐ Only update 0 selected feature(s)

☒ Створити нове поле ☐ Оновити існуюче поле

☒ Створити віртуальне поле

Ім'я вихідного поля: Довжина за вольтажем

Тип вихідного поля: 1.2 Decimal (double)

Довжина вихідного поля: -1 Точність: 3

Вираз: Редактор функцій

sum ("Довжина")

Пошук: До Показати значення

Геометрія: straight_distance_2d

Поля та значення: 1.2 Довжина

група field

Подвійний клік мишею додає назву поля у вираз. ПКМ на назві поля викличе контекстне меню.

Примітки

Значення: Пошук...

Всі унікальні 10 зразків

Об'єкт: Попередній перегляд: 269526,3015902897

OK Скасувати Довідка

Рисунок 9.10 – Налаштування параметрів для створення нового поля

power_line_Суми — Features Total: 38, Filtered: 38, Selected: 0

	wires	voltage	to	und_conductors:des	ground_conductors	from	description	circuits	cables	Довжина	Довжина за вольтажем
1	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	6	3653,736655...	269526,3015902897
2	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	2	6	389,6840029...	269526,3015902897
3	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1	3	13929,81376...	269526,3015902897
4	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1	3	17190,73813...	269526,3015902897
5	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	2	6	3702,533133...	269526,3015902897
6	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	2	6	7378,556964...	269526,3015902897
7	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	3	3757,448337...	269526,3015902897
8	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	2	6	3522,350954...	269526,3015902897
9	NULL	110000	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	1	3	3147,560076...	269526,3015902897

Показати всі об'єкти

Рисунок 9.11 – Результат додавання нового поля «Довжина за вольтажем» для '110000'

Контрольні запитання

1. Що таке буферизація у ГІС та для чого вона застосовується?
2. Які типи об'єктів (точкові, лінійні, полігональні) можна піддавати буферизації?
3. Як визначається радіус буферної зони та від чого він залежить?
4. У чому відмінність між фіксованим буфером та буфером із змінним радіусом?
5. Як реалізується багатокільцева буферизація (multiple ring buffer)?
6. Які практичні приклади використання буферів можна навести у міському господарстві (транспорт, екологія, інфраструктура)?
7. Як поєднувати буферизацію з іншими інструментами просторового аналізу?

Практичне заняття 10

Геоінформаційний моніторинг змін міської інфраструктури

Мета роботи – опрацювати дані про міську інфраструктуру, виконати розрахунки дати внесення даних про інфраструктуру, налаштувати види відображення часових даних, візуалізувати графічні дані про міську інфраструктуру згідно з часовими даними.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення: браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Завантаження вихідних шарів будівель виконують згідно з практичною роботою 2. Для фільтрів пошуку ввімкнути пункт «Метадані». Після завантаження даних налаштувати атрибути шару, відключити всі поля, окрім поля, що містить інформацію про час (рис. 10.1).

Ідентифікатор	Назва
abc 0	full_id
abc 1	osm_timestamp

Рисунок 10.1 – Поля таблиці атрибутів що залишилися

Інформація про час міститься у атрибутах у текстовому форматі, щоб перетворити її на формат дати і часу, створити у калькуляторі поля нове поле і вписую формулу (рис 10.2).

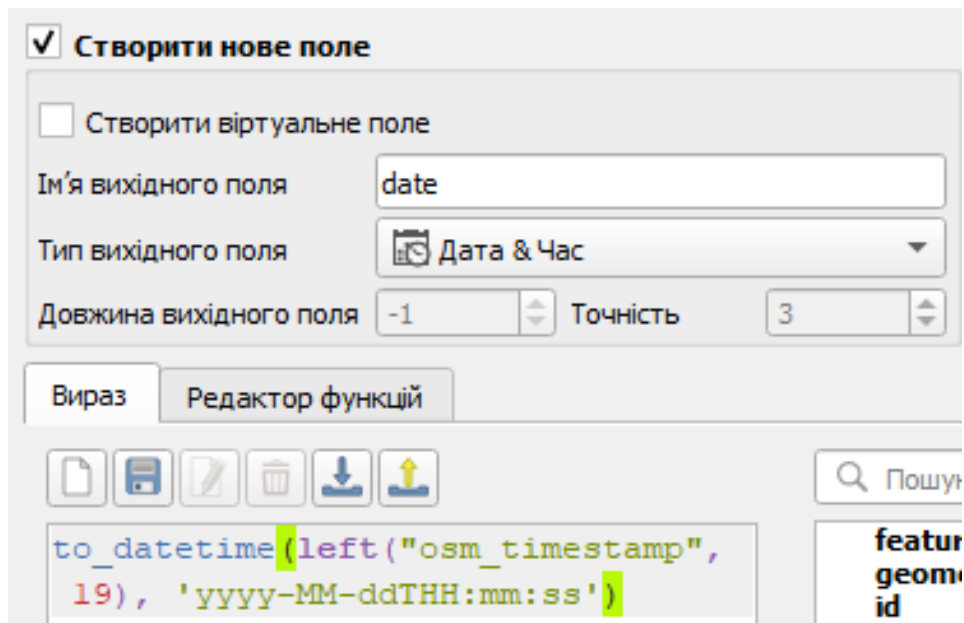


Рисунок 10.2 – Створення поля дати і часу

Для проведення класифікації і візуального відображення дат на векторному шарі, спростити дату до формату «рік, місяць» за допомогою нового поля, яке створити через калькулятор (рис. 10.3).

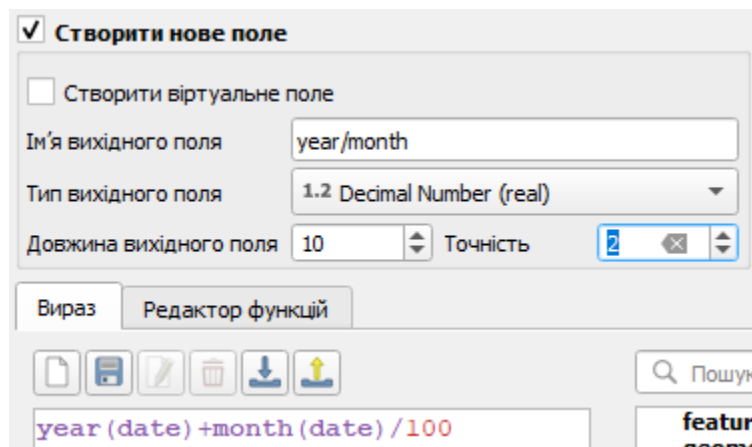


Рисунок 10.3 – Створення спрощеної дати

У результаті буде отримане два нових поля, часове поле та числове поле (рис. 10.4).

date1	year/month
24.08.2021 18:27:27 (???????? (???))	2021,08
16.02.2025 19:46:20 (???????? (???))	2025,02
17.12.2020 17:32:04 (???????? (???))	2020,12

Рисунок 10.4 – Створені поля

Далі з шару будівель створити шар центроїдів – точок, що відображують кожний об’єкт на шарі (рис. 10.5).

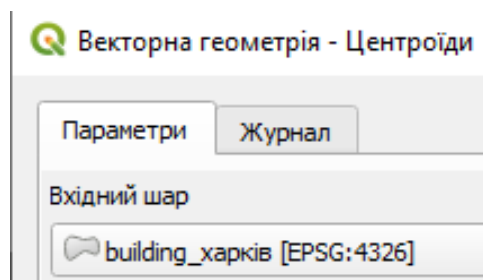


Рисунок 10.5 – Створення шару «центроїди»

Класифікувати шар центроїди відповідно до спрощеного показника дати (рис. 10.6).

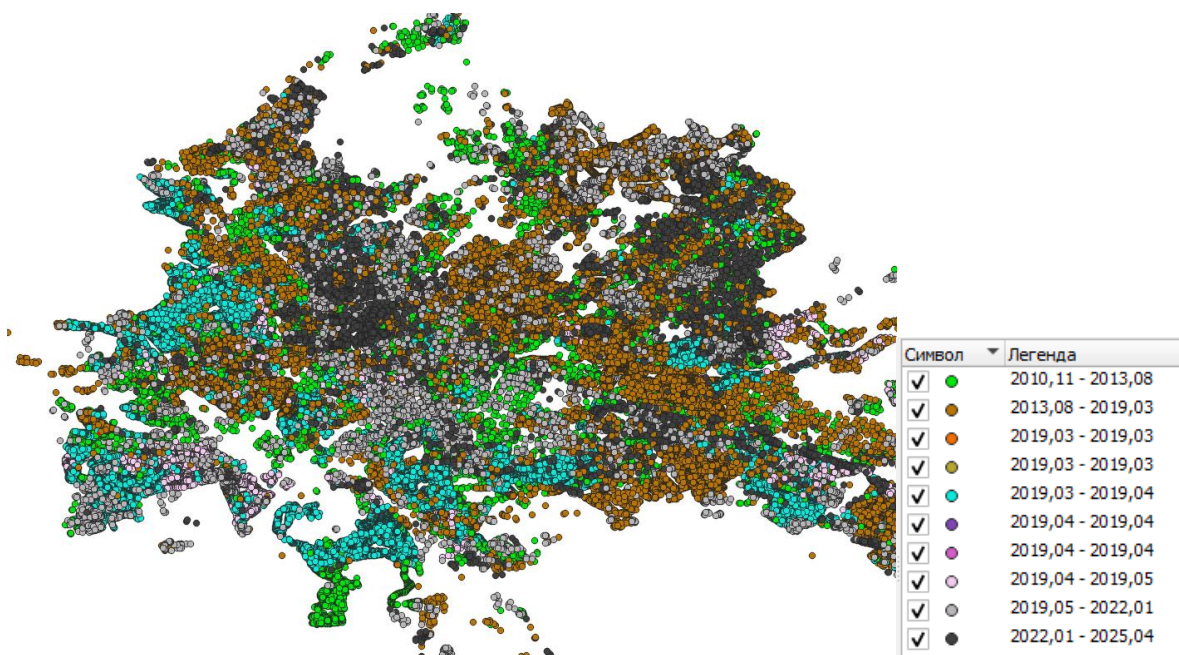


Рисунок 10.6 – Класифікований за датою шар

Далі за даними шару центроїди створити растр. Роздільна здатність растру залежить від подальших задач. Оскільки будівлі не заповнюють площу міста повністю, якщо роздільна здатність буде занадто високою, на растрі буде багато пустих плям (рис. 10.7–10.10).

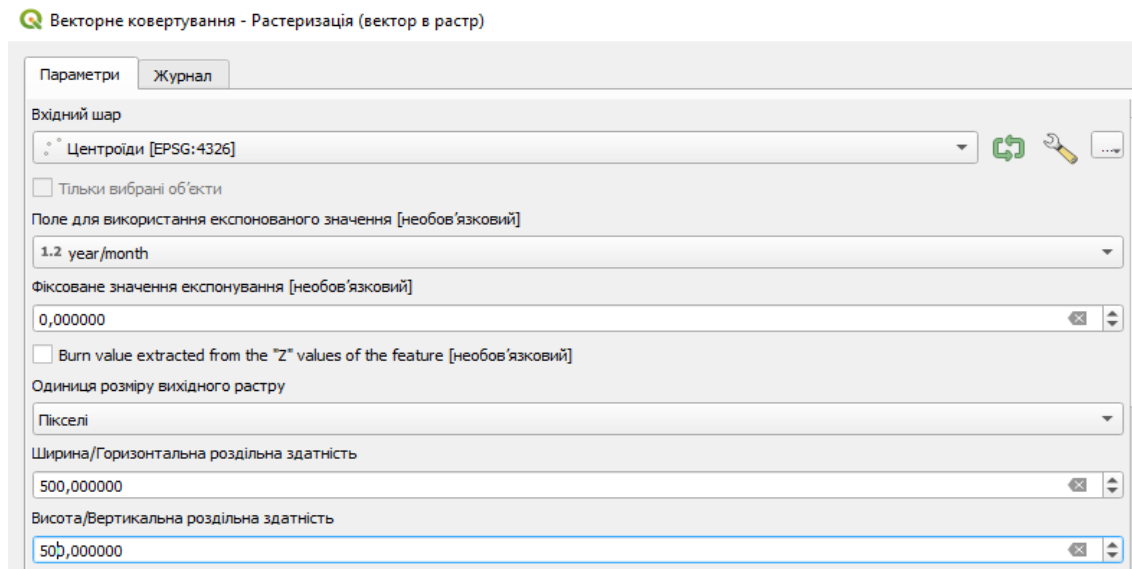


Рисунок 10.7 – Створення растру

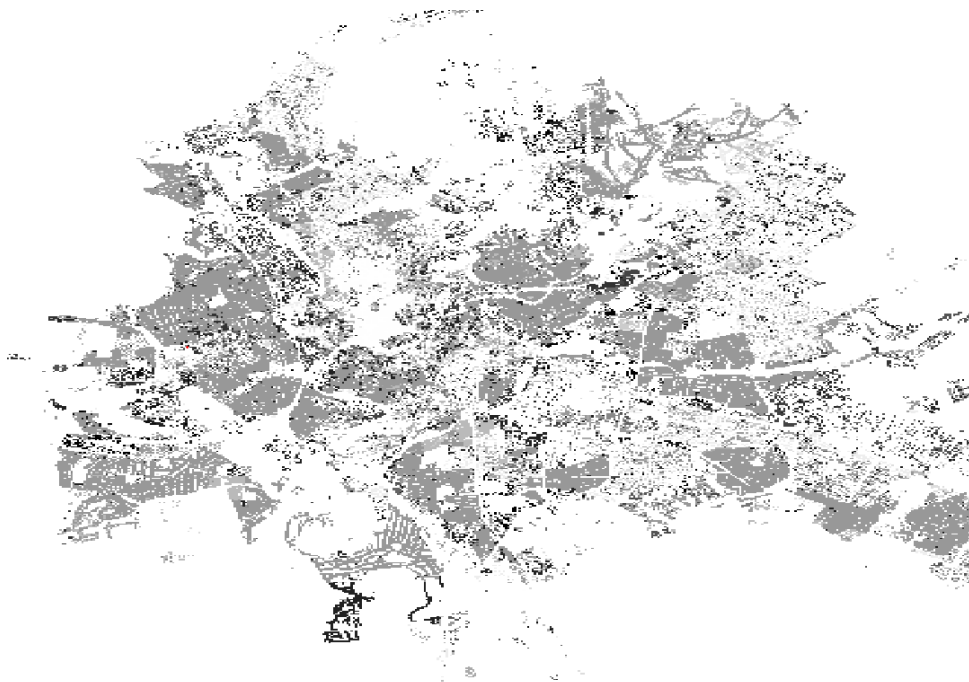


Рисунок 10.8 – Утворений растр роздільною здатністю 500 на 500 пікселів

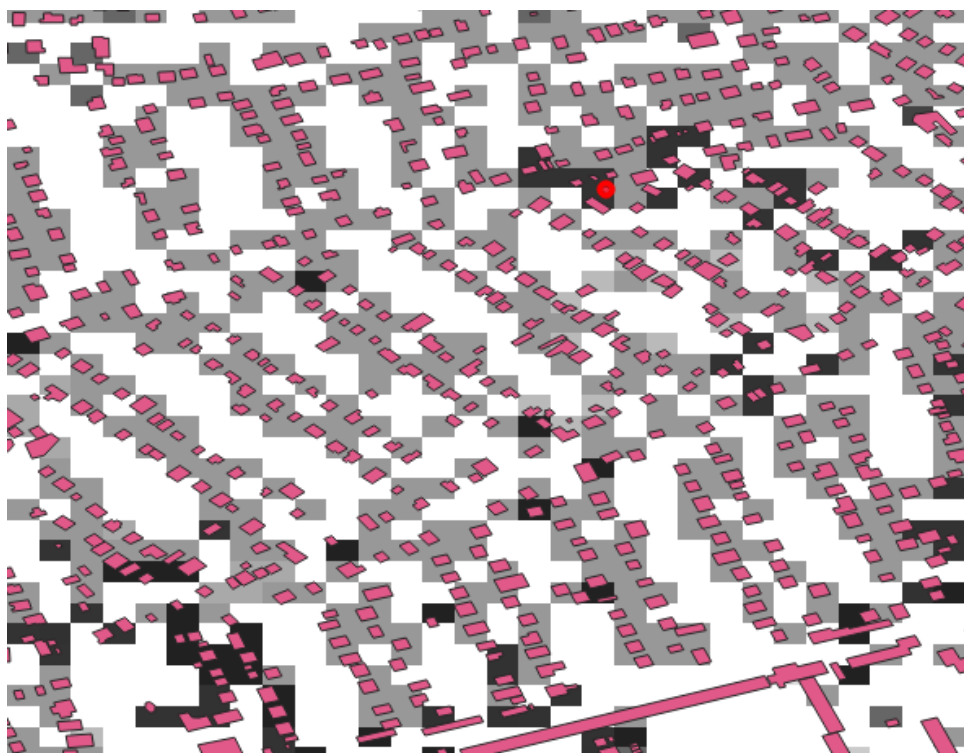


Рисунок 10.9 – Вигляд растру при роздільній здатності 1000 на 1000

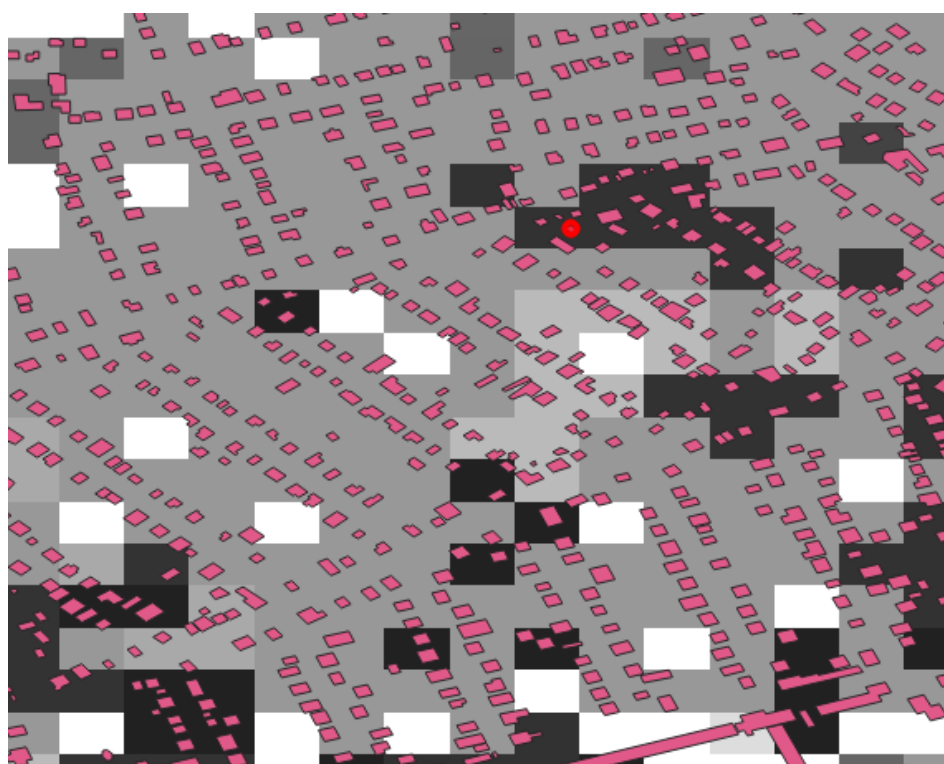


Рисунок 10.10 – Вигляд растру при роздільній здатності 500 на 500

Контрольні запитання

1. Що таке накладання шарів (overlay analysis) у ГІС?
2. Які основні типи операцій накладання шарів ви знаєте (intersect, union, difference, clip)?
3. У чому полягає різниця між операціями *Intersect* та *Union*?
4. Як здійснюється операція *Clip* і для яких задач вона використовується?
5. Які атрибути зберігаються у результаті операцій накладання шарів?
6. Чим відрізняється накладання векторних і растрових даних?
7. Які приклади застосування overlay-аналізу можна навести у міському господарстві?
8. Які типові помилки виникають при використанні накладання шарів?

Практичне заняття 11

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) для міського середовища

Мета роботи – створити і опрацювати дані цифрової моделі поверхні за даними супутникового знімання. Розглянути функціонал наборів інструментів QGIS для роботи з цифровими моделями поверхні.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

За допомогою сервісу copernicus.eu завантажити зону що досліджується у форматі TIFF з максимально доступною роздільною здатністю (рис. 11.1, 11.2).

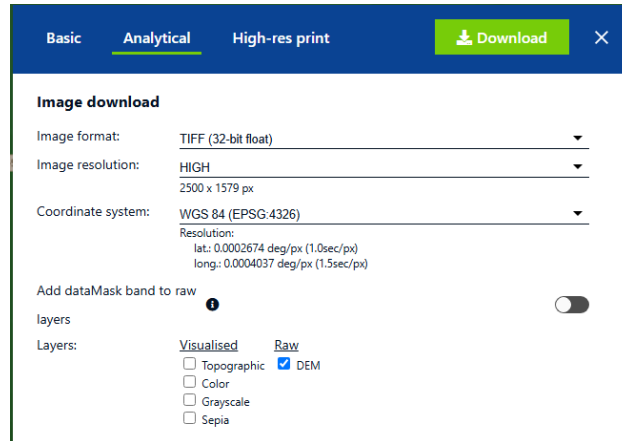


Рисунок 11.1 – Завантаження вихідних даних DEM

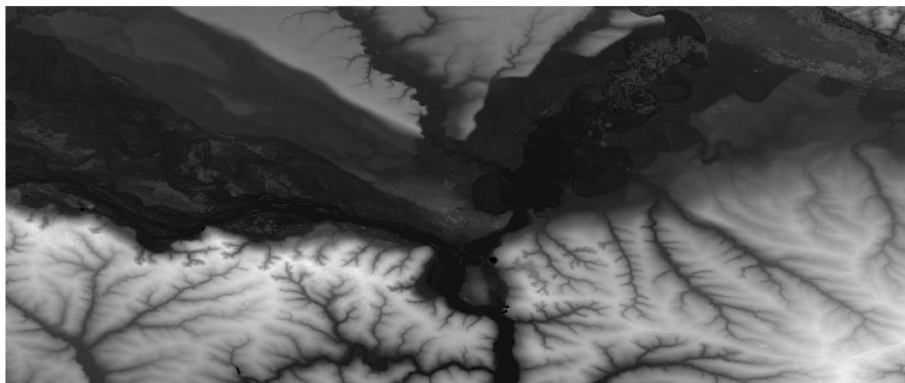


Рисунок 11.2 – Вихідний шар DEM (Digital elevation model)

За допомогою інструментів набору «Растровий аналіз території» зробити модель рельєфу. Для надання візуальної об'ємності рельєфу застосовують інструмент «Відмивка». Цей інструмент накладає тіні на поверхню моделі (рис. 11.3).

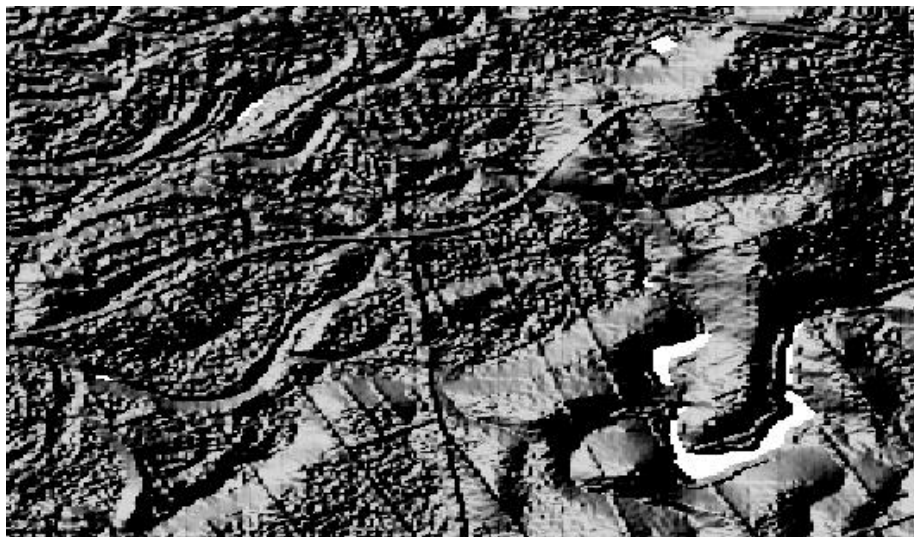


Рисунок 11.3 – Результат використання інструмента «відмивка»

Схожим чином працює інструмент «Експозиція» (рис. 11.4).



Рисунок 11.4 – Результат використання інструмента «Експозиція»

Збільшивши візуальну різницю між елементами рельєфу можна використати інструмент «Схили», що вилучить ділянки моделі, які закрилися тінню (рис. 11.5).

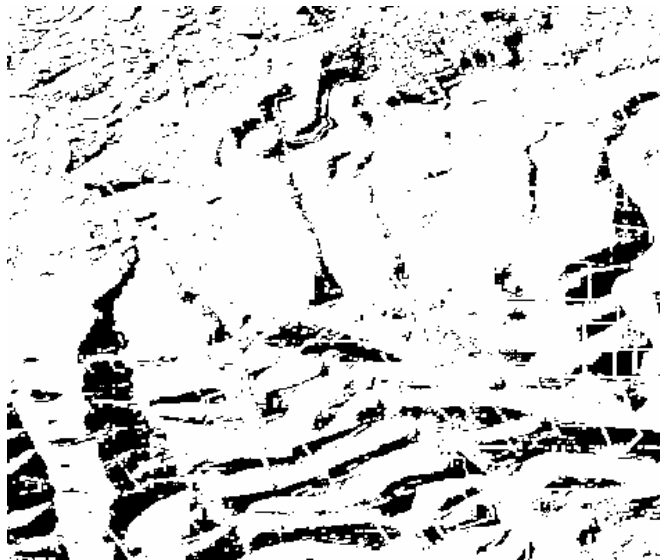


Рисунок 11.5 – Результат використання інструмента «Схили»

За допомогою інструмента «Рельєф» можна кольорами відобразити різні елементи рельєфу (рис. 11.6).

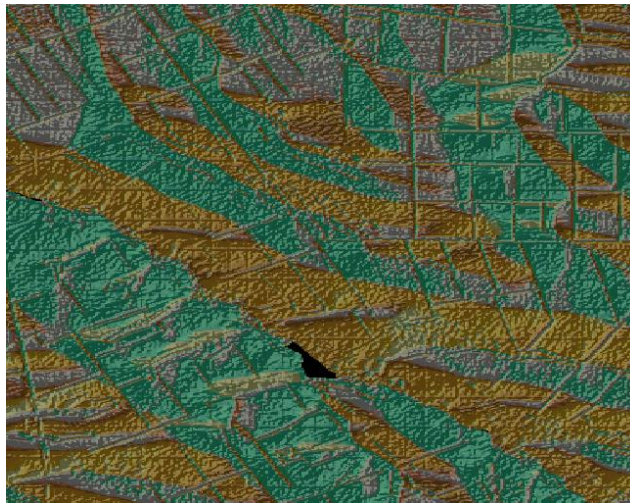


Рисунок 11.6 – Результат використання інструмента «Рельєф»

Для різних завдань можна поєднувати інструменти, наприклад накласти ізольовані схили на шар кольорового рельєфу (рис. 11.7).

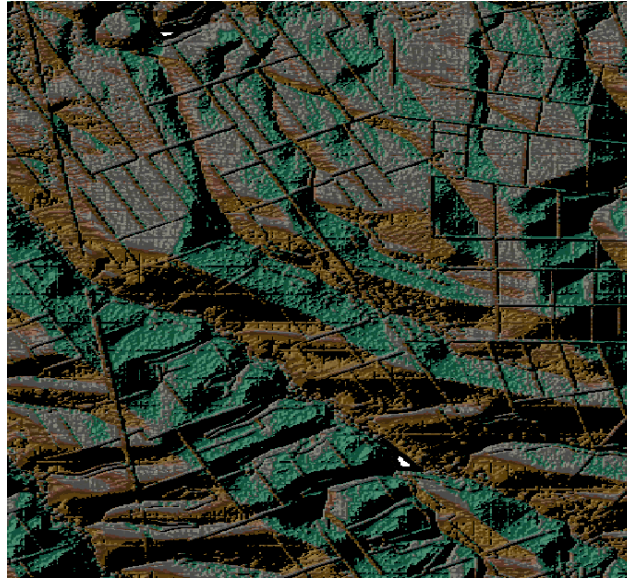


Рисунок 11.7 – Поєднання інструментів

Для обробки цифрових моделей рельєфу також використовуються інструменти набору з плагіну GRASS. Інструмент для аналізу схилів «slope.aspect» створює багато різних шарів, які мають різні властивості (рис. 11.8).

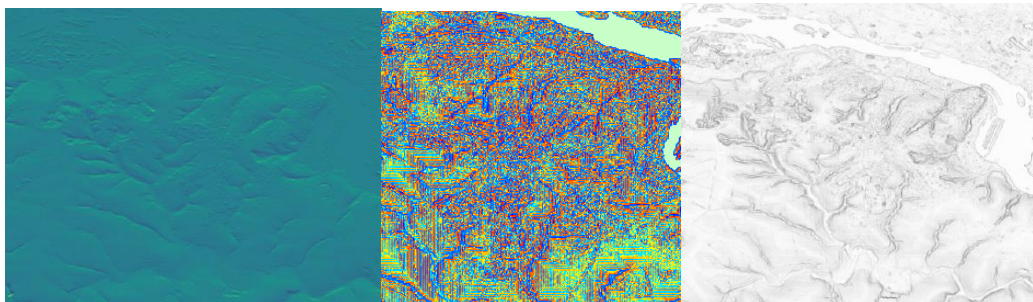


Рисунок 11.8 – Методи відображення рельєфу, що створюються під час використання інструменту набору GRASS

Контрольні запитання

1. Що таке мережевий аналіз у геоінформаційних системах і які завдання він вирішує?
2. Які основні компоненти транспортної чи інженерної мережі використовуються у моделюванні?

3. Чим відрізняється задача пошуку найкоротшого шляху від задачі маршрутизації?
4. Які алгоритми застосовуються для пошуку оптимальних маршрутів (наприклад, Дейкстри, A*)?
5. Як у ГІС враховуються атрибути мережі (довжина, час, швидкість руху, пропускна здатність)?
6. Що таке «мережеві вузли» та «ребра», і як вони пов'язані між собою?
7. Як реалізується задача визначення зони доступності (service area) у ГІС?
8. Які практичні приклади застосування мережевого аналізу можна навести у міському господарстві?
9. Чому важливо враховувати обмеження руху (односторонній рух, заборона проїзду) при маршрутизації?
10. У чому полягає різниця між аналізом транспортних мереж та аналізом інженерних комунікацій?

Практичне заняття 12

Аналіз екологічного стану міських зон

Мета роботи – створення карт забрудненості, зелених зон та аналіз екологічного стану міста за допомогою ГІС засобів.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

За допомогою сервісу Sentinel Hub EO Browser завантажуються супутникові знімки досліджуваної території (рис. 12.1).

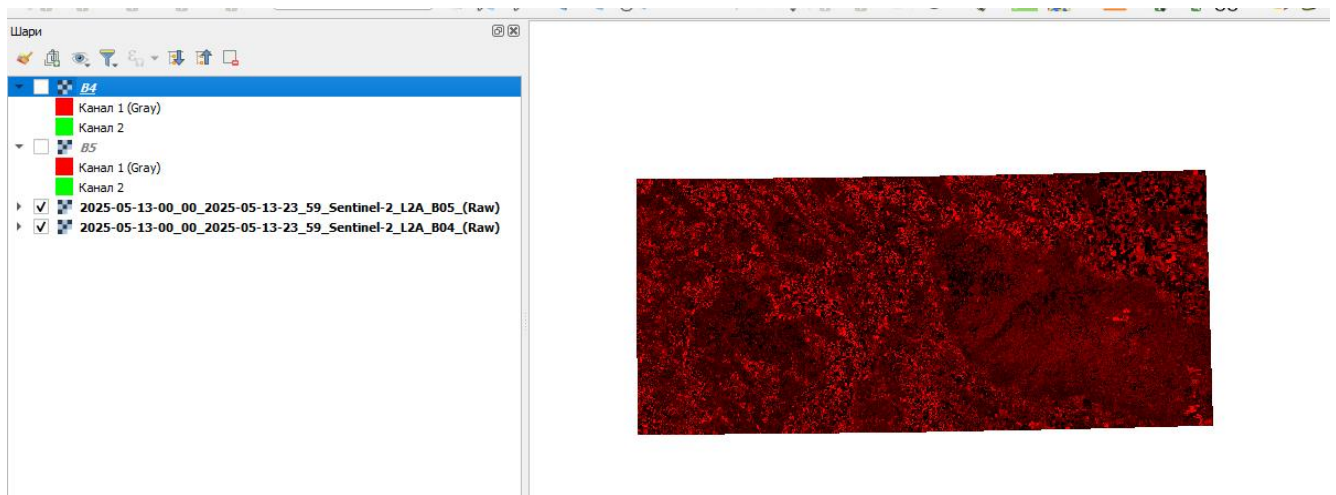


Рисунок 12.1 – Завантажені знімки

За допомогою інструменту «Калькулятор растрів» у середовищі ГІС формується індекс NDVI для перепроєктованих шарів (рис. 12.2).

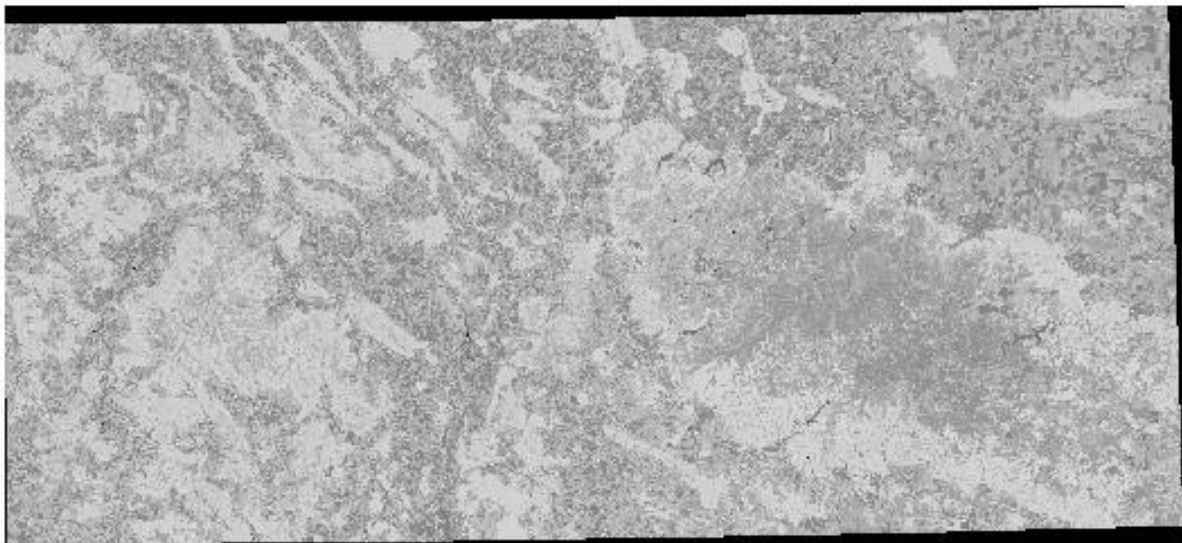


Рисунок 12.2 – Результат побудови

Додавання вихідного шару NDVI з Sentinel Hub EO Browser (рис. 12.3).

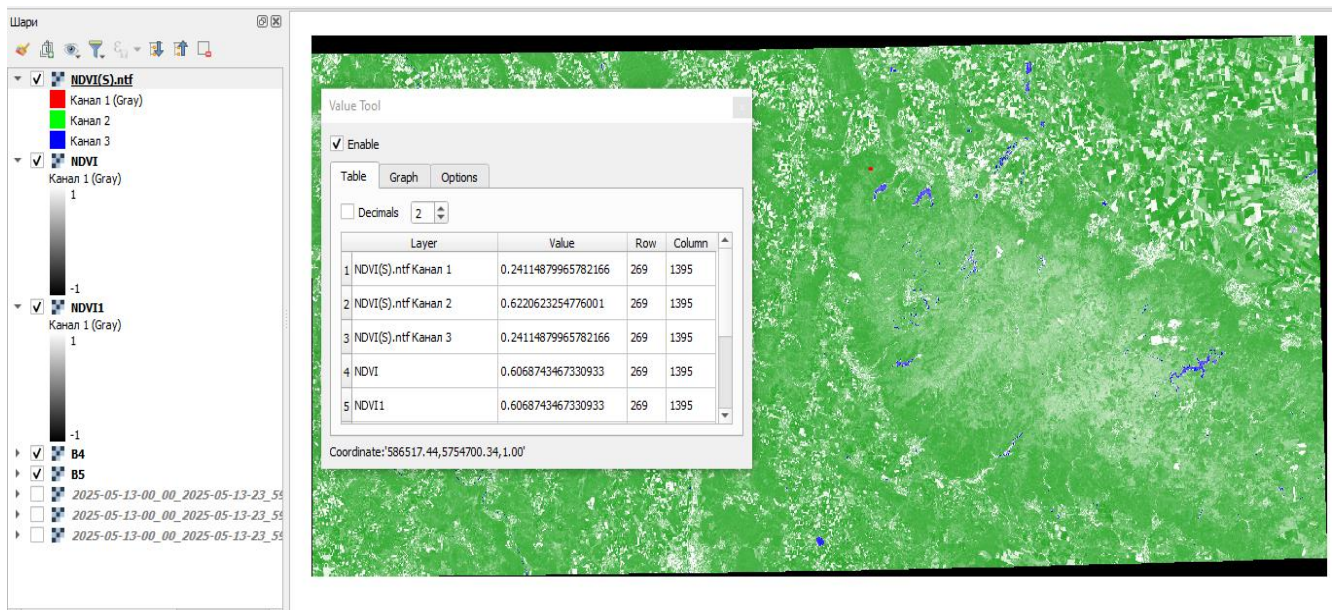


Рисунок 12.3 – Порівняння трьох знімків NDVI

Для візуальної оцінки стану рослинності додається псевдокольоровий знімок (False_color) (рис. 12.4).

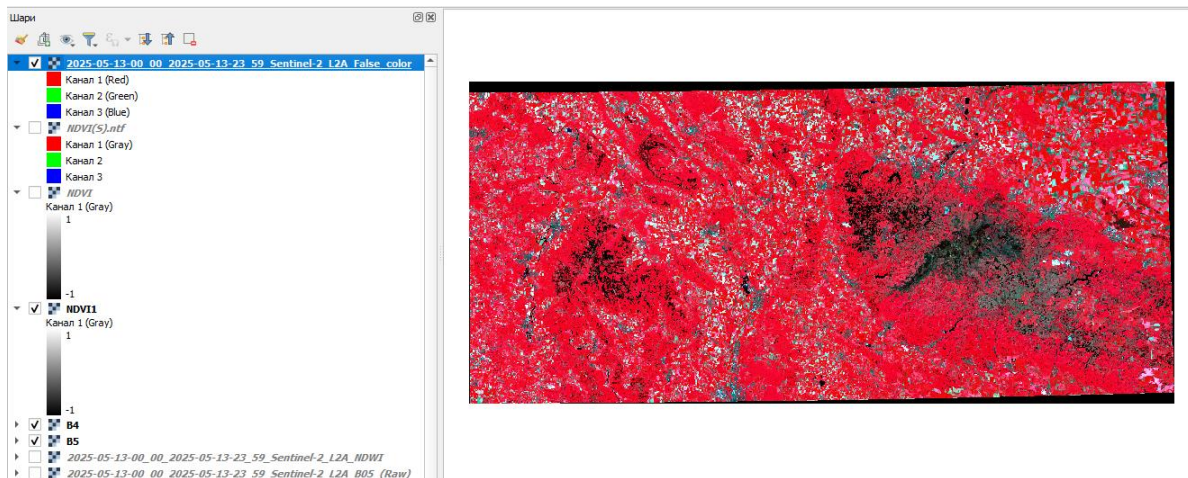


Рисунок 12.4 – Доданий шар False_color

Було створено новий шар, що відображає ділянки з $NDVI < 0$, які зазвичай вказують на наявність води (рис. 12.5).

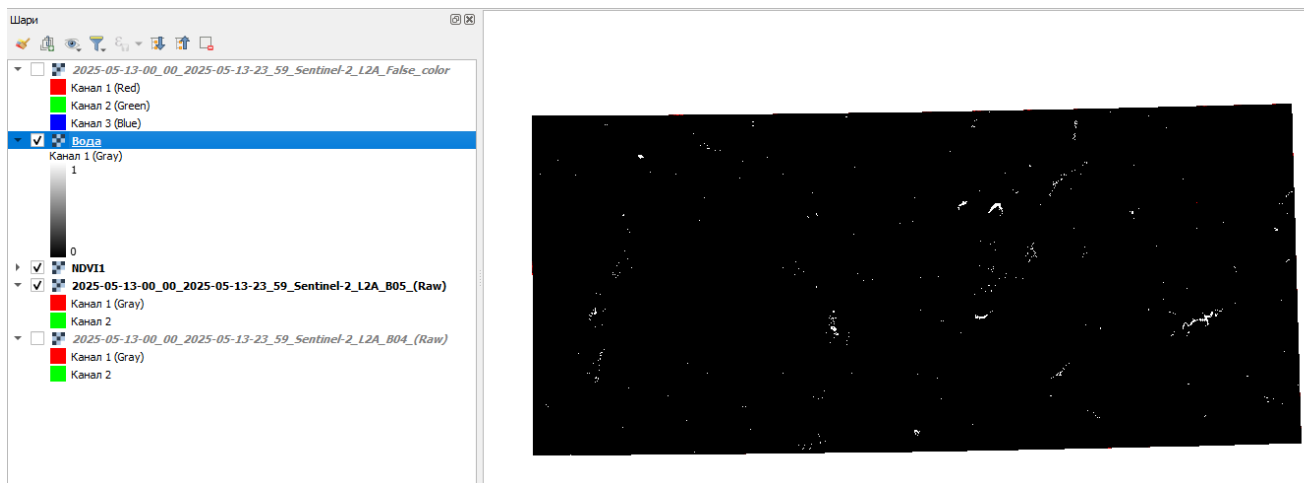


Рисунок 12.5 – Результат створення нового шару «Вода»

На знімку не виявлено ділянок з $NDVI < 0$, що свідчить про відсутність водних об'єктів на території дослідження.

Цей шар охоплює ділянки із незначним індексом NDVI, характерні для урбанізованих або оголених територій (рис. 12.6).

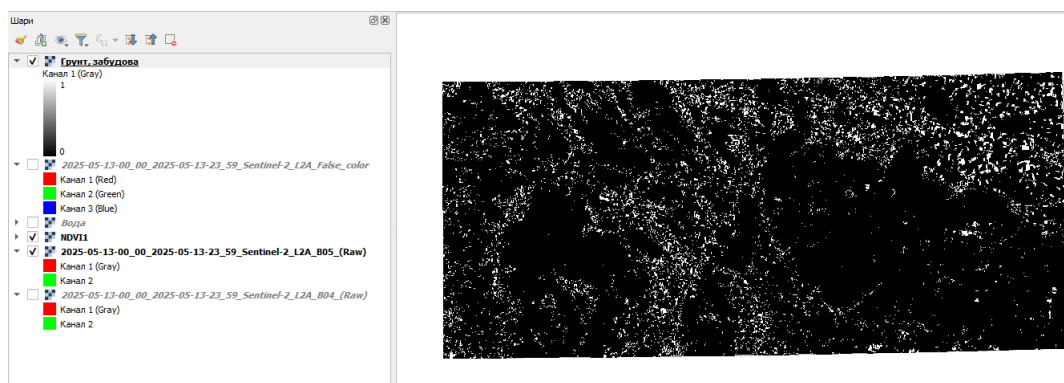


Рисунок 12.7 – Результат створення нового шару «Ґрунт, забудова»

Створення шару «Рідка рослинність» (NDVI від 0.1 до 0.2).

Виділено території із рідкісною або деградованою рослинністю (рис. 12.8).

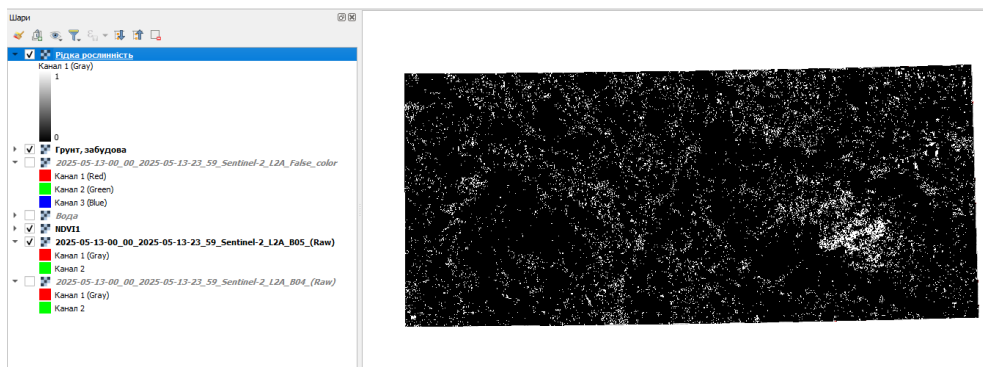


Рисунок 12.8 – Результат створення нового шару «Рідка рослинність»

Створення шару «Помірна рослинність» (NDVI від 0.2 до 0.5). Означає стабільні зелені насадження або поля із культурною рослинністю (рис. 12.9).

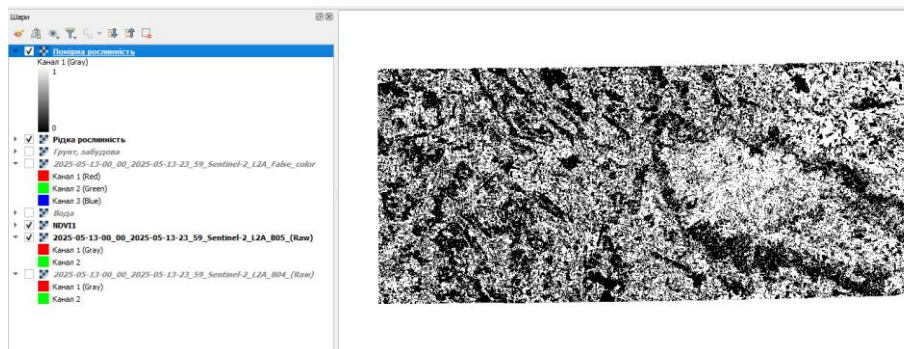


Рисунок 12.9 – Результат створення нового шару «Помірна рослинність»

Створення шару «Густа рослинність» (NDVI від 0.5 до 0.8). Ці значення характерні для густих лісових масивів або здорової рослинності (рис. 12.10).



Рисунок 12.10 – Результат створення нового шару «Густа рослинність»

Створення шару «Непроглядна рослинність» ($NDVI > 0.8$). Найвищий рівень вегетаційного індексу, що свідчить про винятково щільну, непорушену рослинність (рис. 12.11).

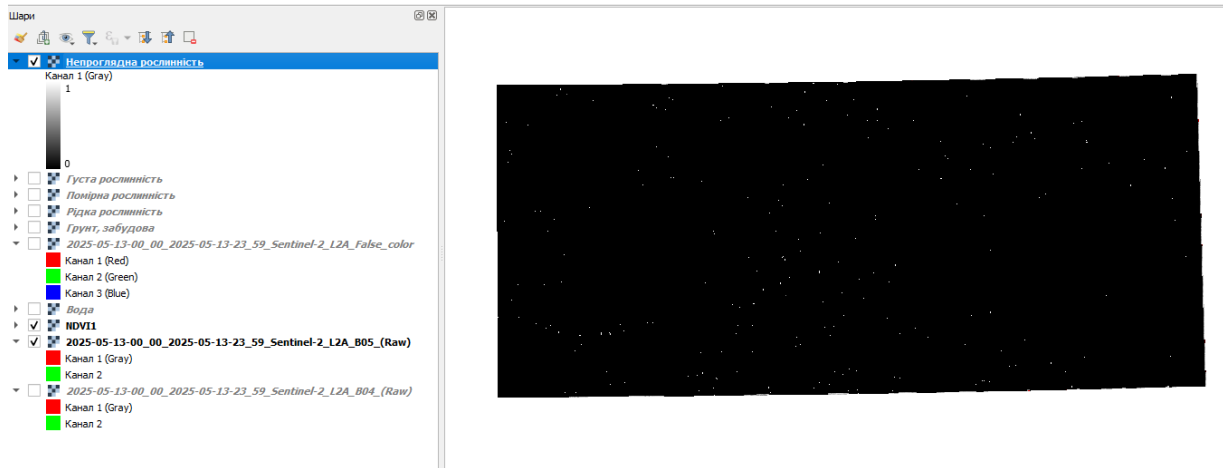


Рисунок 12.11 – Результат створення нового шару «Непроглядна рослинність»

Контрольні запитання

1. Які види екологічних даних найчастіше використовуються для аналізу стану міського середовища?
2. Які джерела просторової інформації можуть бути залучені для екологічного моніторингу (ДЗЗ, наземні вимірювання, відкриті дані)?
3. У чому полягає роль ГІС у відстеженні та прогнозуванні екологічних змін?
4. Які методи просторової візуалізації застосовуються для відображення рівнів забруднення повітря, води чи ґрунтів?
5. Що таке індекс NDVI і як він використовується для оцінки стану зелених насаджень у містах?
6. Які інструменти просторового аналізу доцільно застосовувати для виявлення екологічних «гарячих точок»?
7. Як результати екологічного аналізу можуть бути інтегровані у містобудівну документацію?

Практичне завдання 2 Мультикритеріальний аналіз для визначення пріоритетних ділянок у міському господарстві

Мета завдання – навчитися застосовувати методи багатокритеріальної оцінки в середовищі ГІС для підтримки прийняття рішень щодо використання територій (приклад: вибір оптимальних ділянок для забудови, озеленення чи розміщення інфраструктури).

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS, Microsoft Excel.

Вихідні дані:

1. Шар меж території дослідження.
2. Шари інженерних мереж, доріг, зелених зон, існуючої забудови.
3. Дані про рельєф (ЦМР).
4. Атрибутивні таблиці з характеристиками земельних ділянок.

Пояснення до роботи

1. Формування критеріїв:

А. Визначте щонайменше 3–4 критерії для оцінки придатності земель (наприклад: відстань до дороги, наявність інженерних мереж, ухил, екологічні фактори).

В. Оформіть критерії у вигляді таблиці з описом, одиницями виміру та бажаним напрямом (чим більше / менше – тим краще).

2. Підготовка вихідних шарів:

А. Виконайте буферизацію навколо об'єктів інфраструктури (дороги, мережі).

В. Створіть растр ухилів із ЦМР та перекласифікуйте його (наприклад, $<5^\circ$ – сприятливо, $5\text{--}15^\circ$ – обмежено, $>15^\circ$ – непридатно).

С. Приведіть усі критерії до єдиного масштабу оцінювання (0–1 або 0–100).

3. Визначення вагових коефіцієнтів:

А. Використайте метод Аналізу ієрархій (АНР) або просту експертну оцінку для встановлення ваги критеріїв.

В. Оформіть таблицю з вагами і перевірте, щоб їхня сума = 1.

4. Інтеграція критеріїв:

А. Виконайте калькулятор растрів (QGIS: Raster Calculator) або геообробку векторів для обчислення інтегрального показника придатності:

$$S=w_1\cdot C_1+w_2\cdot C_2+\dots+w_n\cdot C_n, \quad (1)$$

де w_i – вага критерію,

C_i – нормалізоване значення.

В. Створіть карту інтегральної оцінки (класифікуйте результат на 3–5 класів: «дуже сприятливі», «сприятливі», «обмежені», «непридатні»).

5. Візуалізація та оформлення:

А. Підготуйте тематичну карту «Придатність земельних ділянок» з легендою, шкалою та коментарем.

В. Експортуйте карту у PDF.

С. Додайте у звіт таблицю критеріїв, ваг та скріни основних кроків.

Вимоги до звітності:

1. Коротке обґрунтування вибору критеріїв.

2. Таблиця з ваговими коефіцієнтами.
3. Карта інтегральної оцінки з підписами.
4. Висновок щодо найбільш придатних ділянок та їх можливого використання.

Контрольні запитання

1. Які етапи включає багатокритеріальний аналіз у ГІС?
2. У чому перевага методу АНР при визначенні вагових коефіцієнтів?
3. Чому важливо нормалізувати критерії перед їх комбінуванням?
4. Які приклади застосування багатокритеріального аналізу ви знаєте в міському господарстві?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Практичне заняття 13

Використання ГІС для міського планування та зонування

Мета роботи – створення зональних карт, аналіз територій для планування будівництва або розвитку міста. Також, метою роботи є розгляд плагінів QGIS, їх функціоналу для аналізу і планування території міста.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення: браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Для проведення дослідження адміністративного устрою за допомогою кластеризації міста. Щоб порівняти існуючі межі районів міста та кластеризовані значення, потрібно спершу завантажити дані відповідно з практичною роботою 2. За допомогою інструмента K-means плагіну «Spatial analyzer» і існуючих будівель міста розрахувати кластери грубим способом, поділяючи територію міста на 8 кластерів, тому що існуючих районів теж 8 (рис. 13.1).

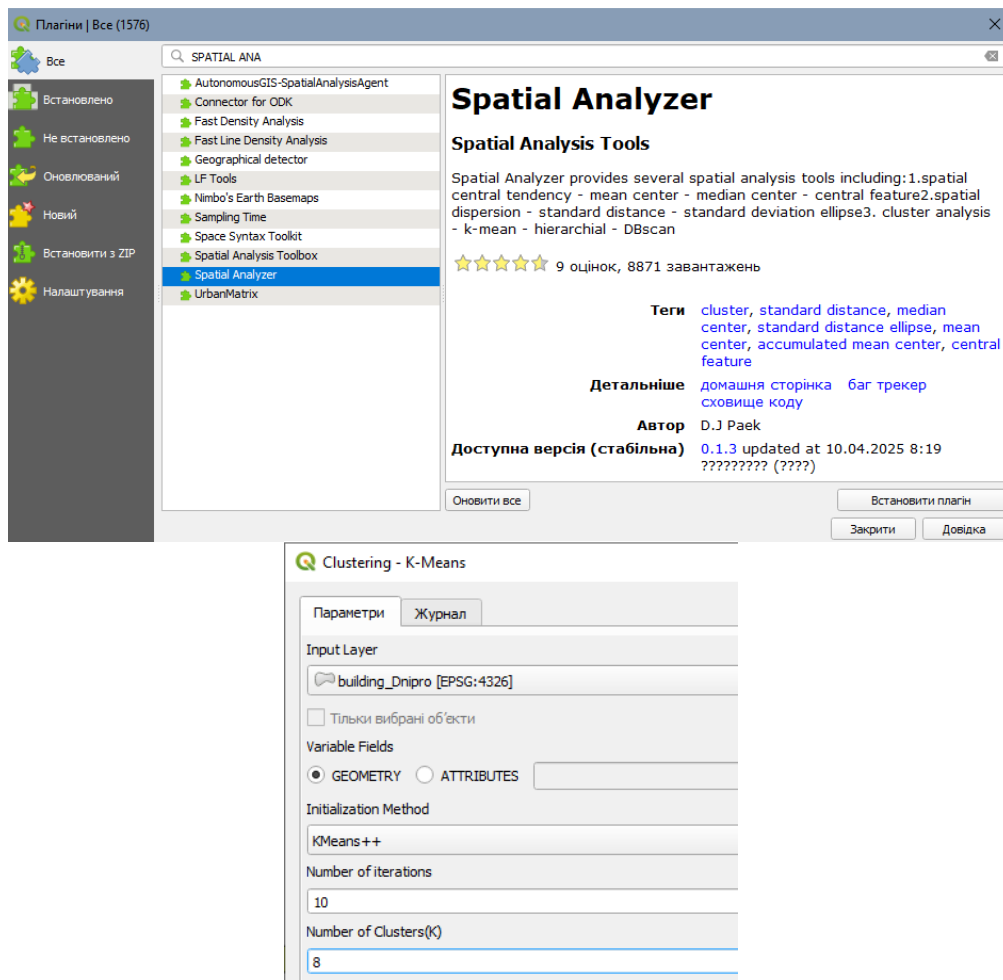


Рисунок 13.1 – Формування кластерів

Будівлі кластеризуються на 8 окремих груп, для яких потрібно створити центроїди (рис. 13.2, 13.3).

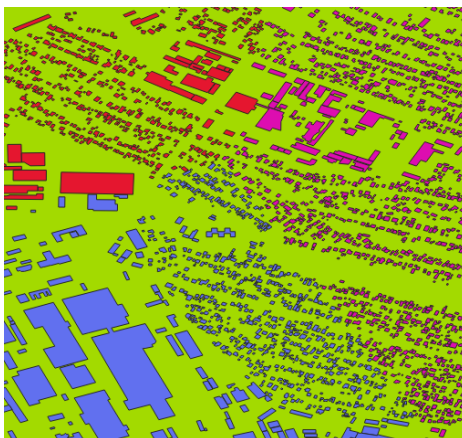


Рисунок 13.2 – Будівлі, що належать до різних кластерів

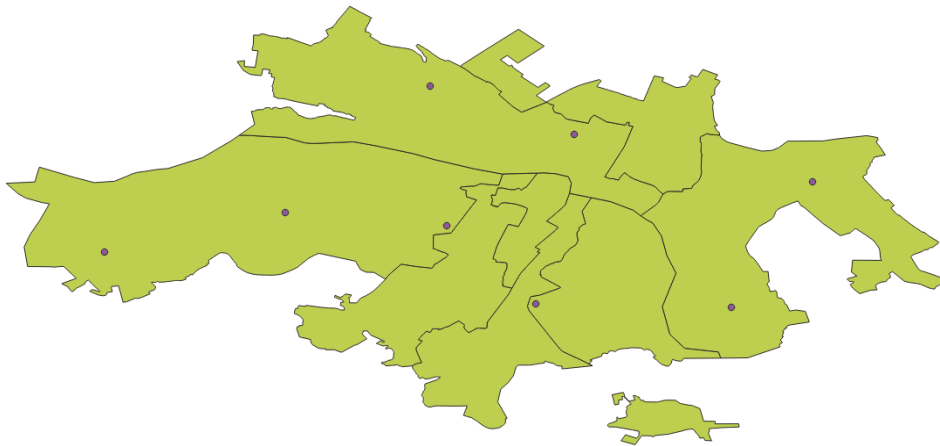


Рисунок 13.3 – Центроїди кластерів на фоні реальних районів міста

За допомогою інструмента «Мінімальна обмежуюча геометрія» для порівняння з реальними районами створити зони, що описують кластери з будівель (рис. 13.4).

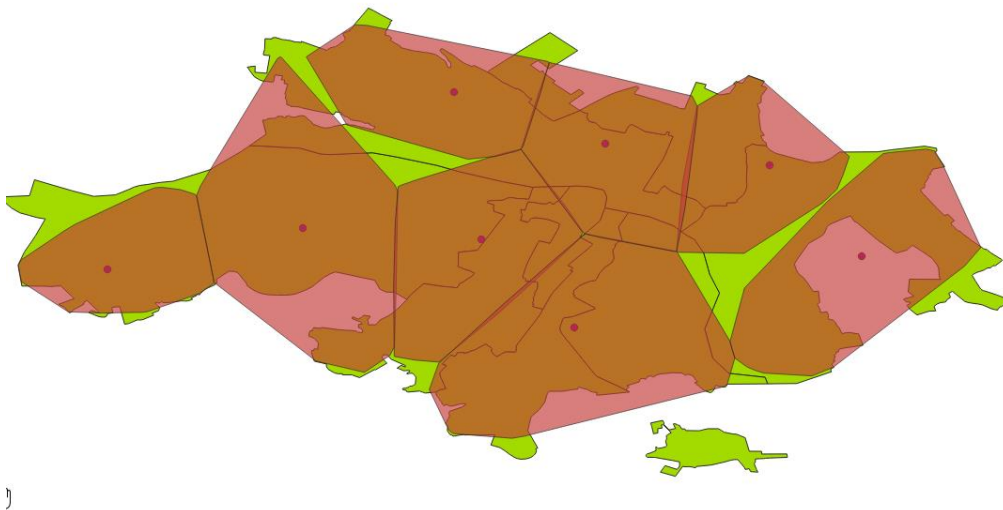


Рисунок 13.4 – Полігональне відображення кластерів з 8 частин

Кластеризовані зони, що поділяють місто на 8 районів мають маленьку схожість з реальним положенням адміністративного устрою. Якщо збільшити кількість кластерів для того, щоб вони могли більш точно відобразити реальну ситуацію, що склалася під впливом історичного розвитку міста, можна отримати більш схожі результати (рис. 13.5).

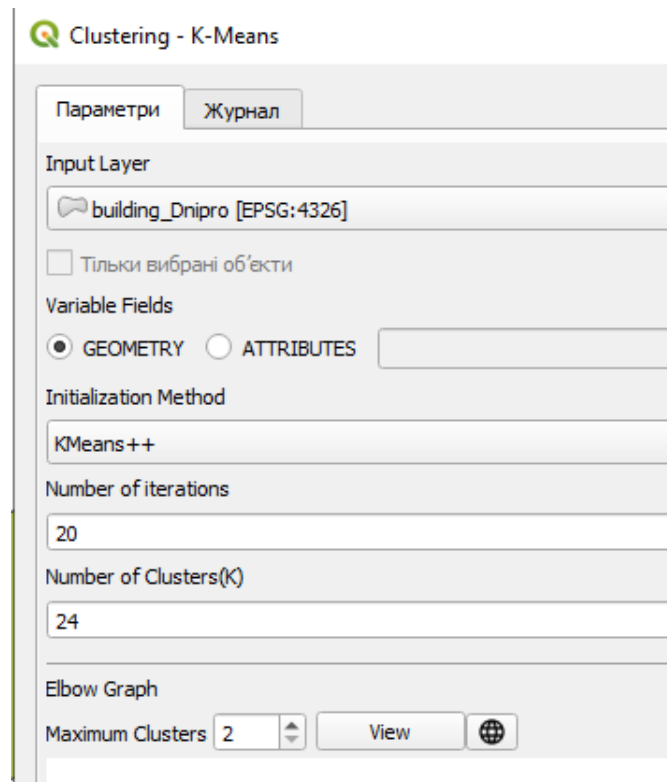


Рисунок 13.5 – Створення 24 кластерів

Створити розподіл міста на 24 кластери, потім зформувати полігони, що відображають будівлі що відносяться до різних кластерів (рис. 13.6; 13.7).

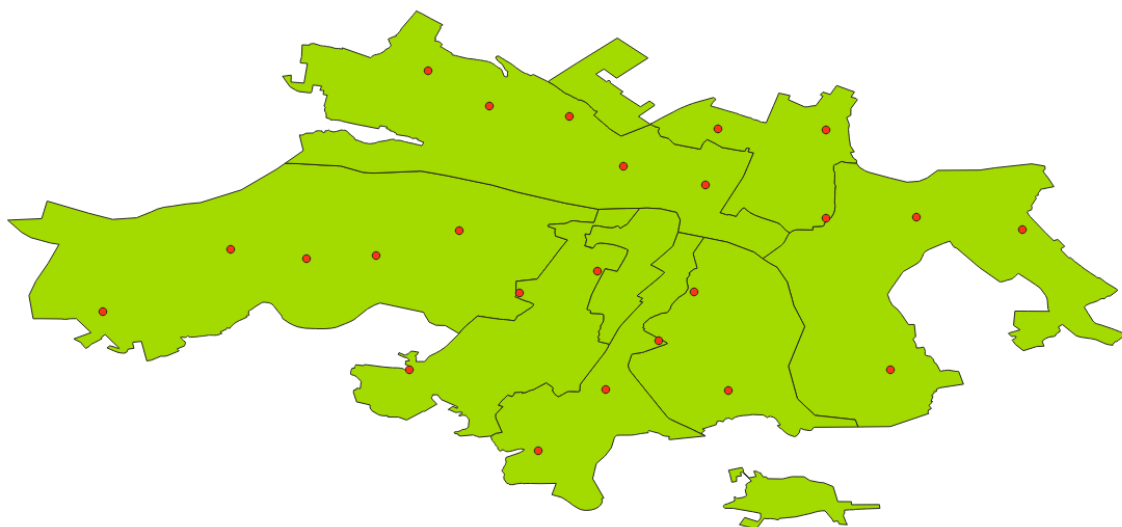


Рисунок 13.6 – 24 кластери

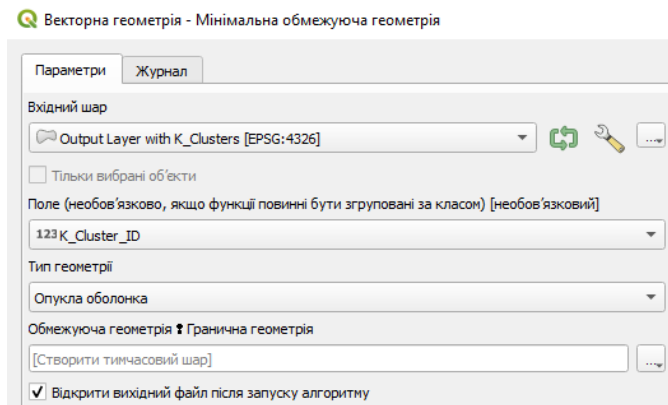


Рисунок 13.7 – Створення полігонального відображення 24 кластерів

Якщо об'єднати розроблені полігони кластерів за формою існуючих районів, виходить більш схожий на реальну картину результат (рис. 13.8).



Рисунок 13.8 – Полігони 24 кластерів

Контрольні запитання

1. Які основні категорії земель виділяються у структурі міста?
2. Які джерела даних можуть бути використані для аналізу землекористування у міському середовищі?

3. Як здійснюється векторизація та класифікація земельних ділянок у ГІС?
4. Чим відрізняється фактичне землекористування від цільового призначення земель?
5. Які методи просторового аналізу використовуються для оцінки ефективності землекористування?
6. Як ГІС дозволяє відслідковувати зміни у структурі землекористування з часом?
7. Які показники доцільно враховувати при аналізі земель житлової забудови?
8. Які приклади конфліктів землекористування можна виявити за допомогою ГІС?

Практичне заняття 14

ГІС для управління земельними ресурсами та забудовою

Мета роботи – розрахувати параметри індексу забудови NDBI (Normalized Difference Built-up Index) для території. Проаналізувати отримані результати за придатністю і забудовою земель.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

На початковому етапі роботи завантаження вхідних просторових даних, що включають цифрові моделі рельєфу, межі земельних ділянок та інші тематичні шари, необхідні для аналізу (рис. 14.1).

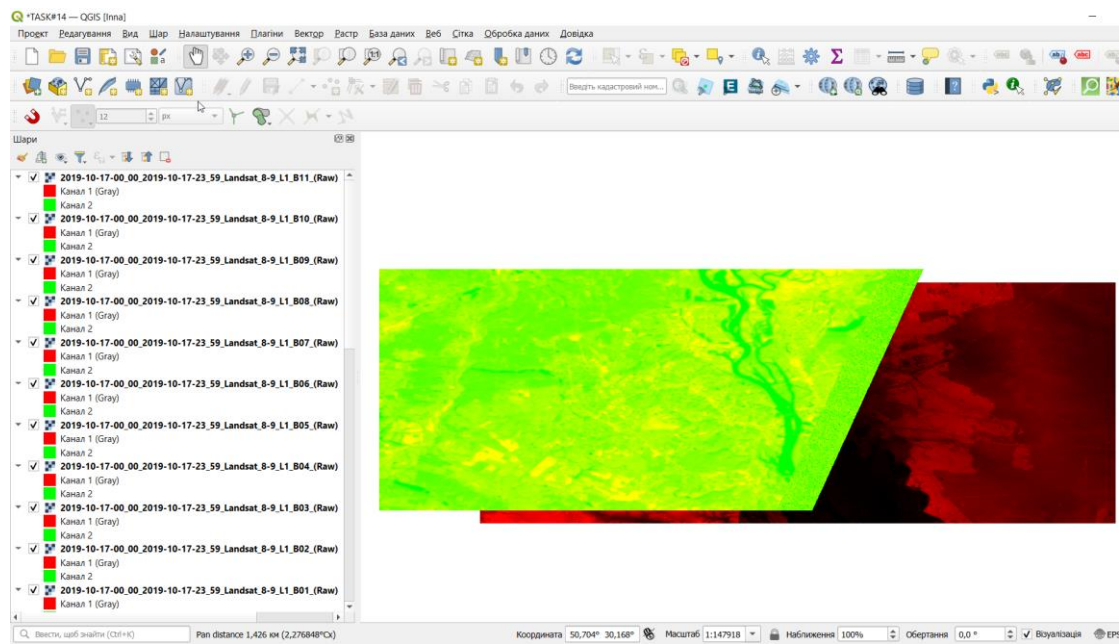


Рисунок 14.1 – Завантажені дані

Інструмент `r.mapcalc` застосовується для створення нових растрів на основі математичних виразів, що дозволяють моделювати просторові характеристики земель (рис. 14.2, 14.3).

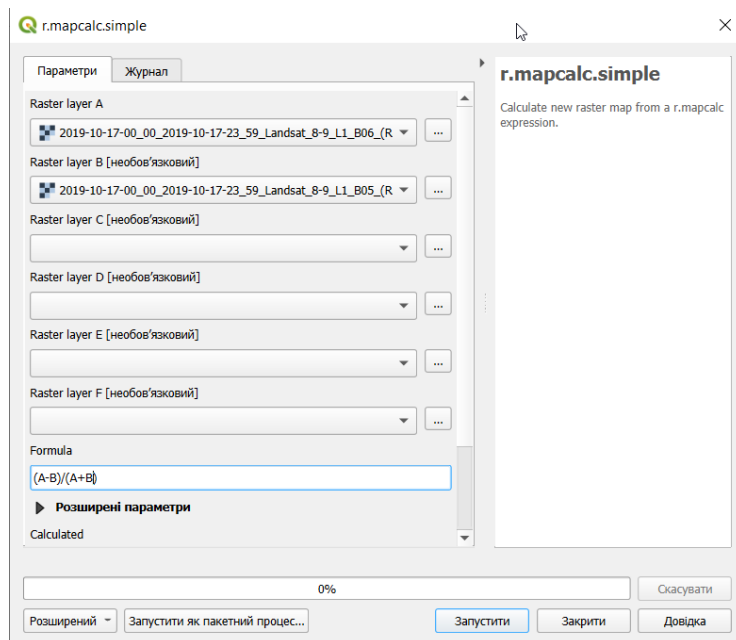


Рисунок 14.2 – Налаштування параметрів

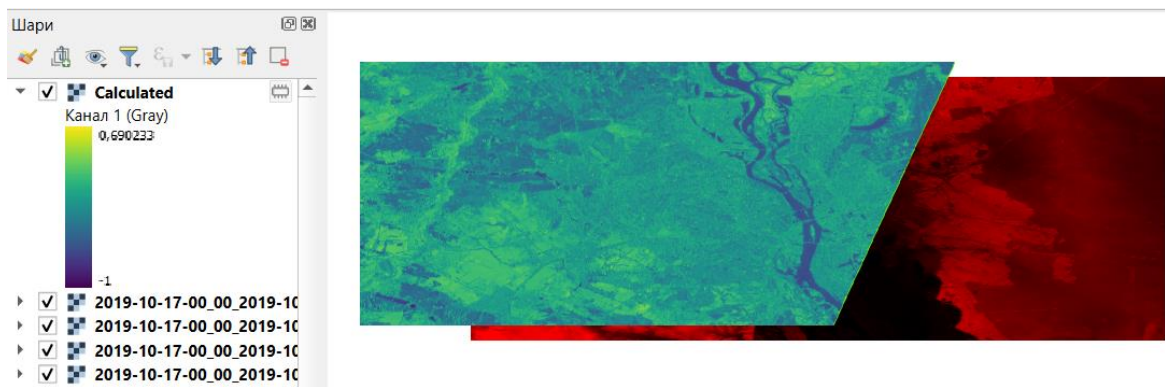


Рисунок 14.3 – Результат

Виконання побудову віртуального растру для подальшого просторового аналізу (рис. 14.4, 14.5).

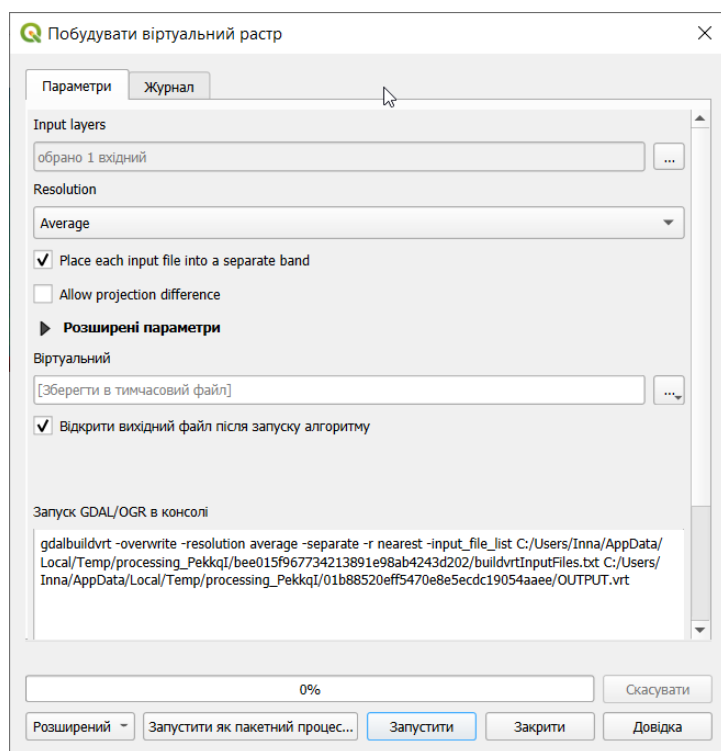


Рисунок 14.4 – Налаштування параметрів



Рисунок 14.5 – Результат

Для кращого поділу території на категорії придатності за значеннями параметра А застосовуються послідовні умови:

- для $A < 0.1$ (рисунки 14.6, 14.7);
- для $0.1 \leq A < 0.2$ (рисунки 14.8, 14.9);
- для $0.2 \leq A < 0.3$ (рисунки 14.10, 14.11);
- для $A < 0.5$ (рисунки 14.12, 14.13);
- для $0.5 \leq A < 0.3$ (рисунки 14.14, 14.15);
- для $0.2 \leq A < 0$ (рисунки 14.16, 14.17).

Це дозволяє створити розподіл площин за різними критеріями для подальшого просторового аналізу (рис. 14.6–14.17).

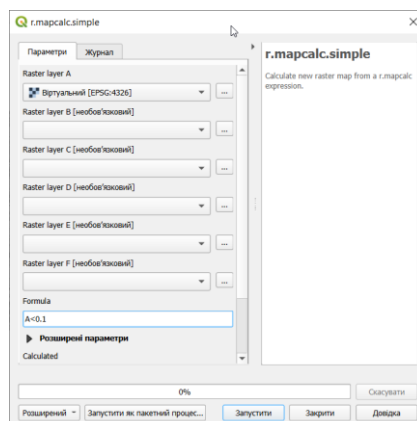


Рисунок 14.6 – Налаштування параметрів

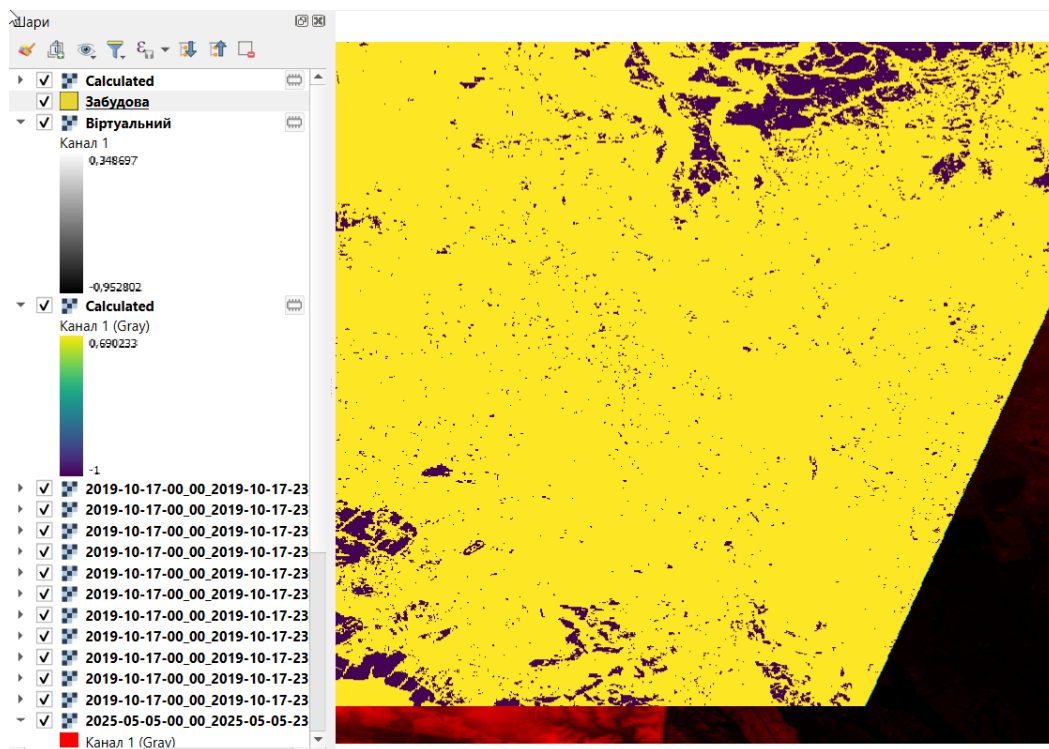


Рисунок 14.7 – Результат

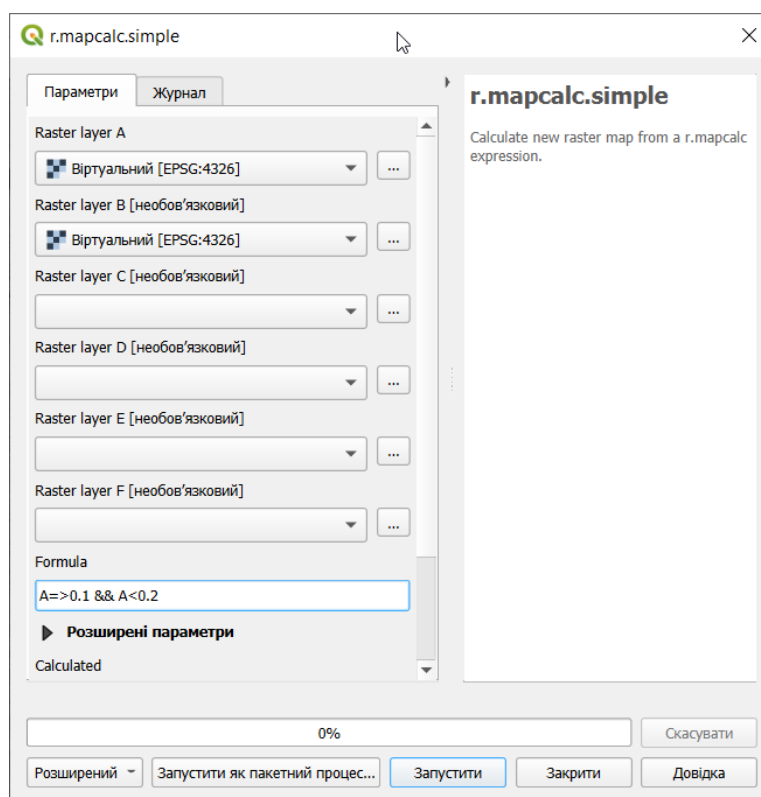


Рисунок 14.8 – Налаштування параметрів

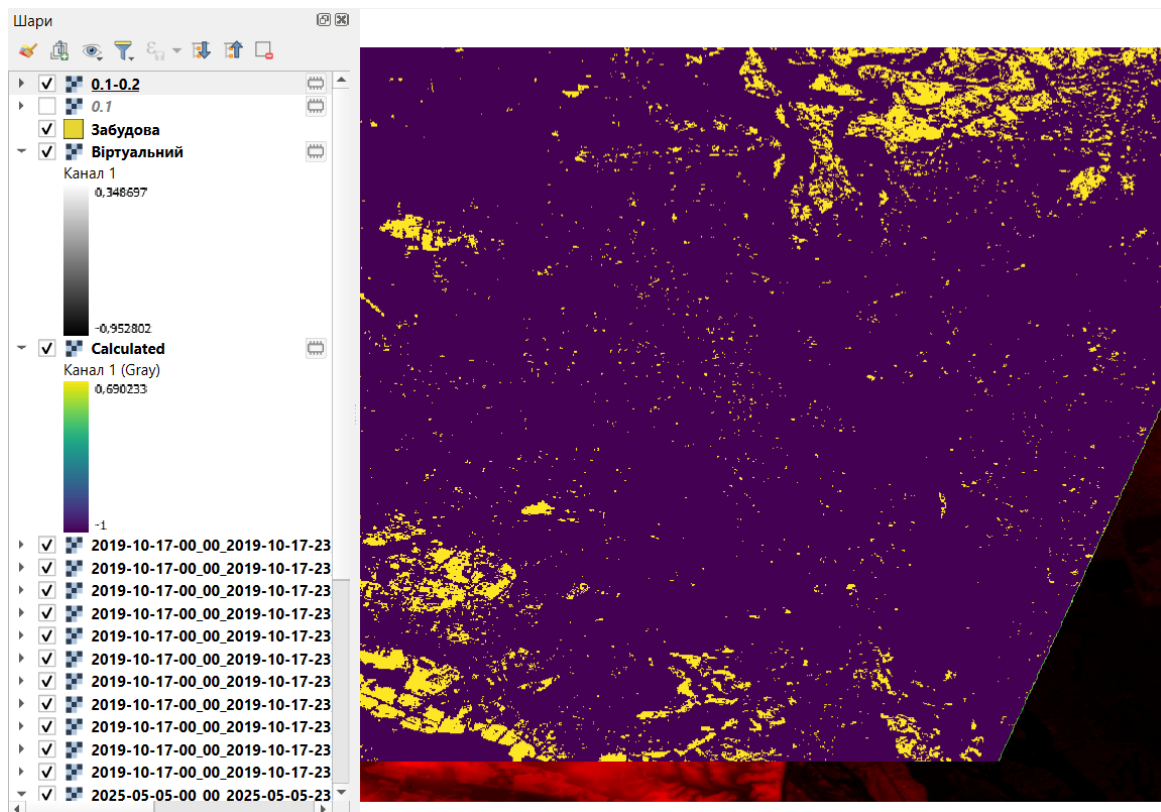


Рисунок 14.9 – Результат

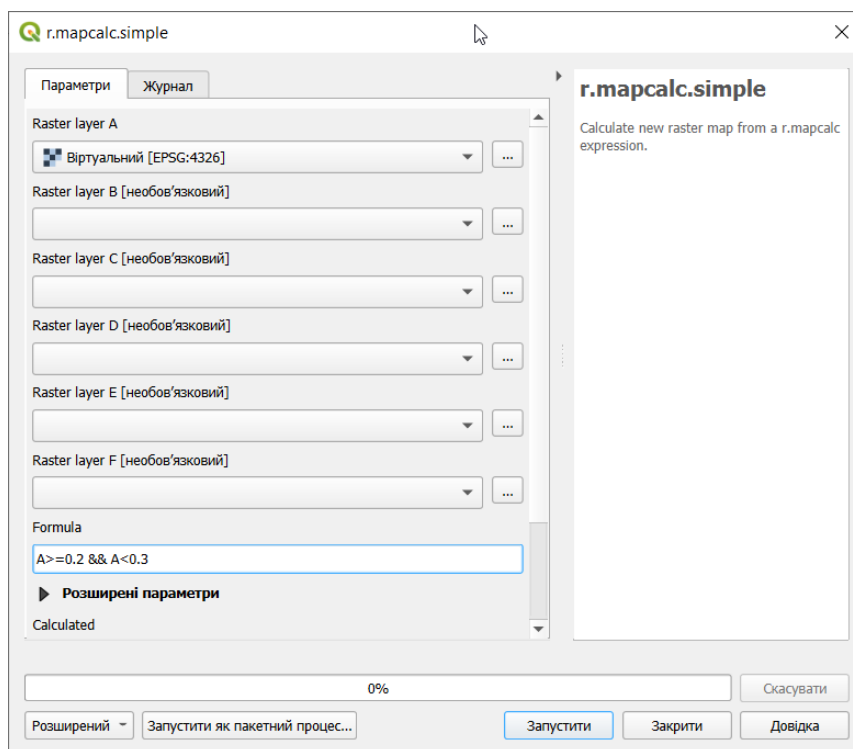


Рисунок 14.10 – Налаштування параметрів

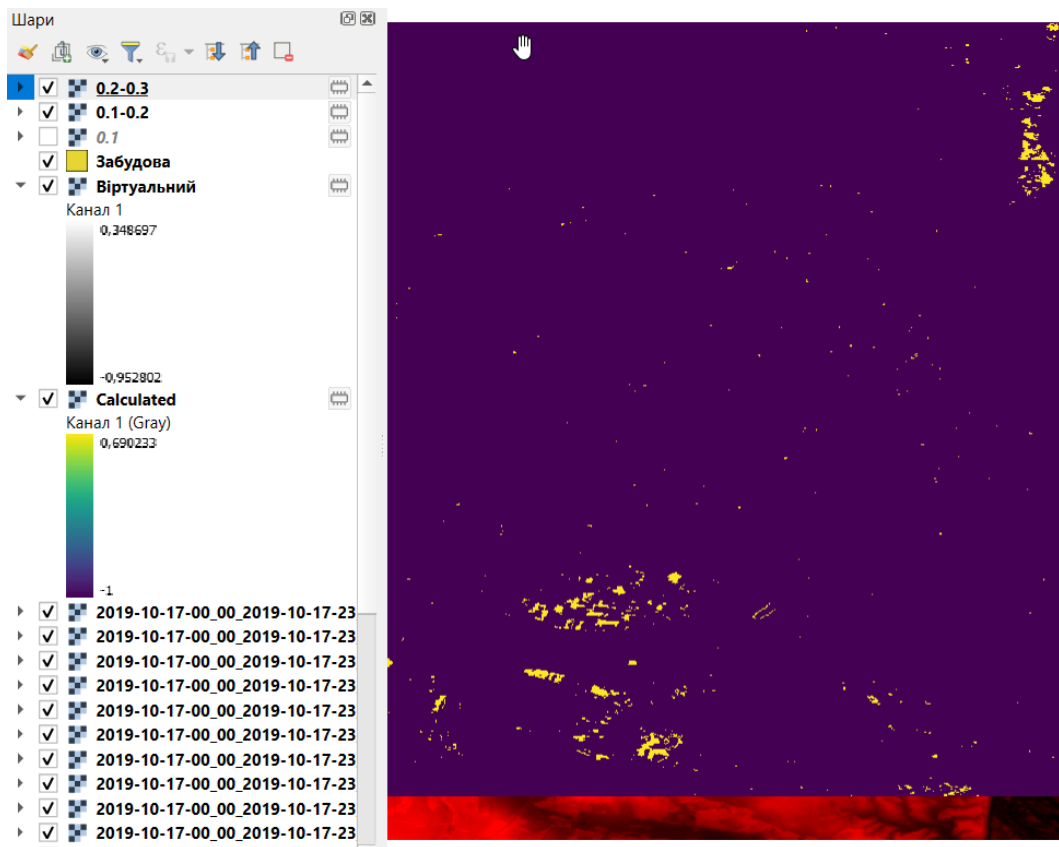


Рисунок 14.11 – Результат

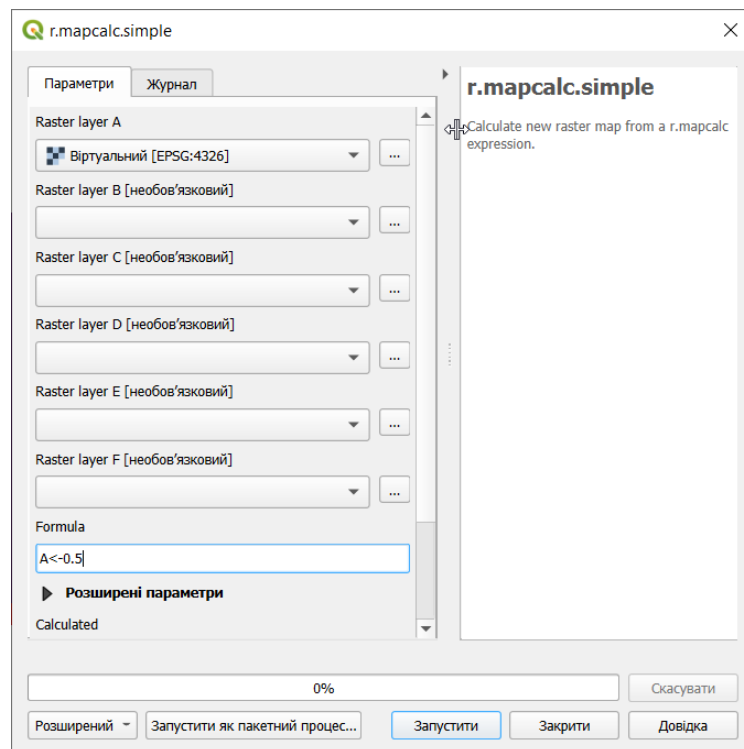


Рисунок 14.12 – Налаштування параметрів

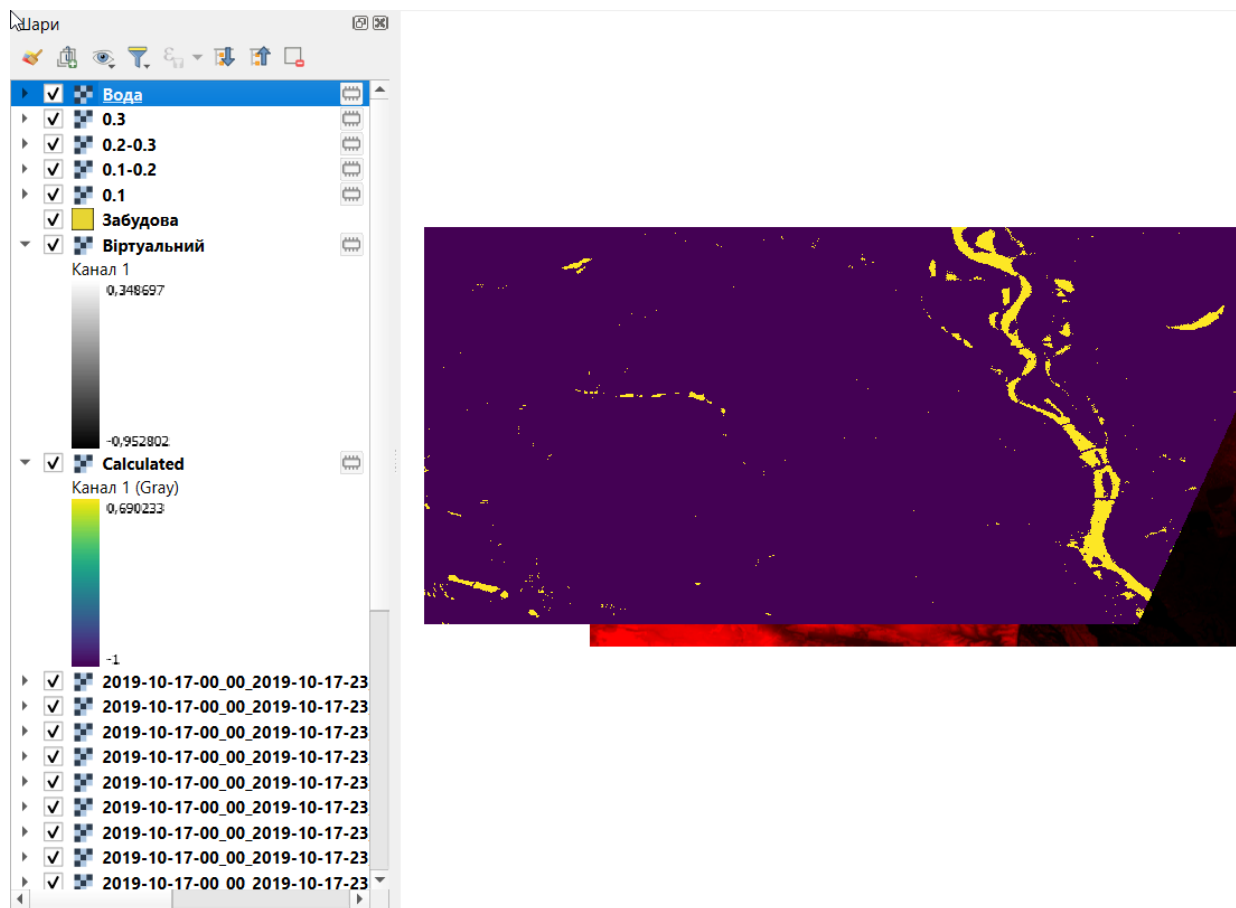


Рисунок 14.13 – Результат

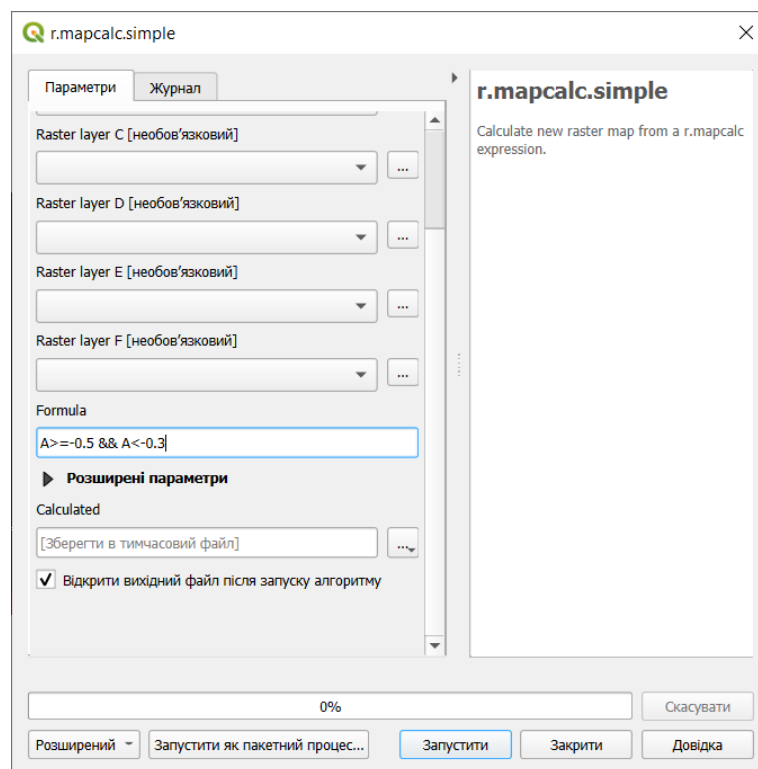


Рисунок 14.14 – Налаштування

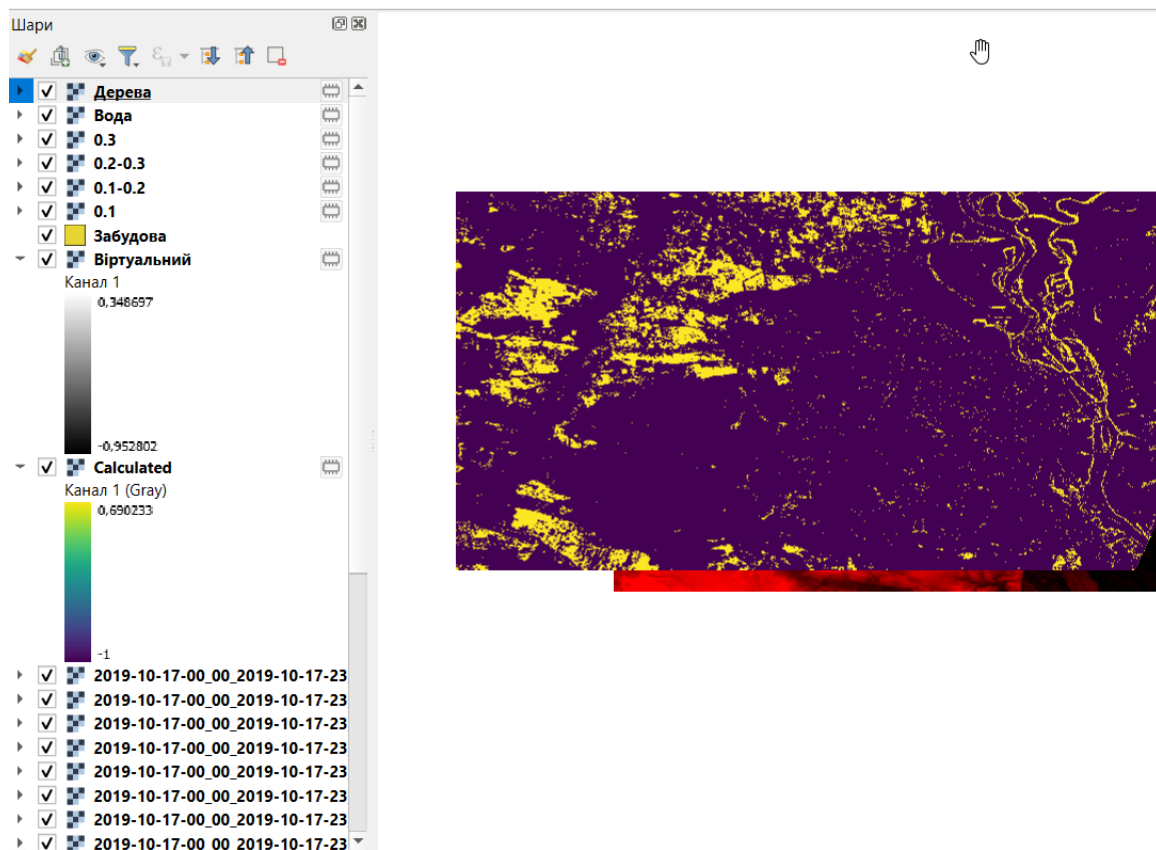


Рисунок 14.15 – Результат

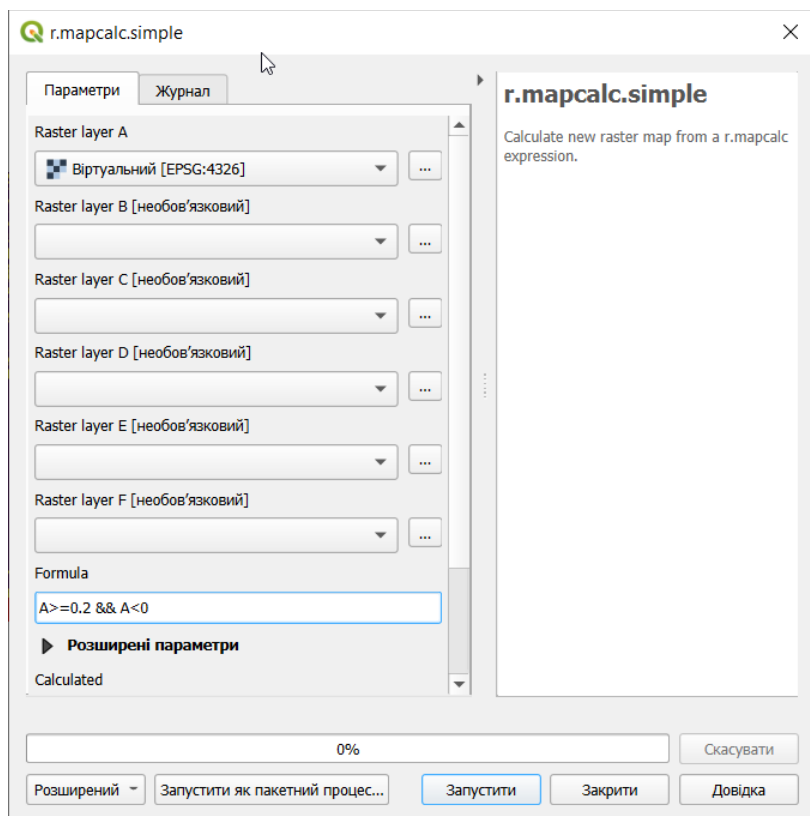


Рисунок 14.16 – Налаштування

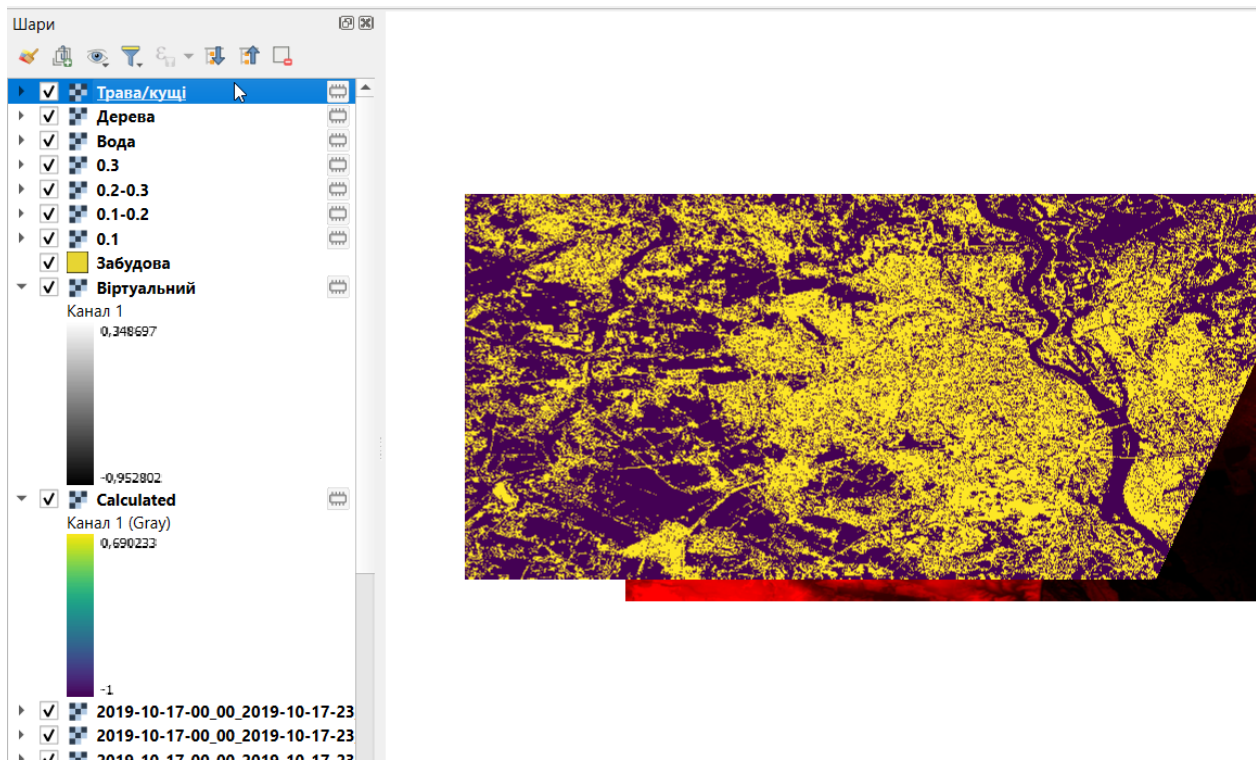


Рисунок 14.17 – Результат

Контрольні запитання

1. Які критерії враховуються при оцінці придатності земель для забудови?
2. Які просторові фактори можуть обмежувати використання земельних ділянок (санітарні зони, охоронні території, ухили)?
3. У чому полягає принцип багатокритеріального аналізу при визначенні придатності територій?
4. Які інструменти ГІС використовуються для розрахунку площ земельних ділянок?
5. Як виконується вимірювання відстаней між об'єктами у ГІС?
6. Чим відрізняється пряме вимірювання відстані від маршрутизованого?
7. Як можна поєднати результати буферизації та аналізу рельєфу для визначення придатності забудови?

8. Які приклади обмежень можна виявити при аналізі земель для житлової та промислової забудови?

Практичне заняття 15

Інтеграція ГІС з іншими технологіями: БПЛА та 3D-моделювання

Метою роботи – об'єднання ГІС з технологією зйомки місцевості з БПЛА і технологією 3D-моделювання поверхні місцевості за допомогою QGIS.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення: браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Першим етапом є отримання цифрової моделі рельєфу (DEM) з відкритих джерел. Для отримання аерофотознімків з БПЛА було використано відкриту платформу OpenAerialMap. Цей сервіс дозволяє здійснювати пошук, перегляд і завантаження знімків територій, зібраних з безпілотників

Щоб забезпечити просторову відповідність між DEM та зображенням БПЛА, виконано геопросторову прив'язку знімка за допомогою інструменту «Шар – Прив'язка» растру. Зазначаються контрольні точки, і виконується трансформація растрового шару (рис. 15.1–15.3).

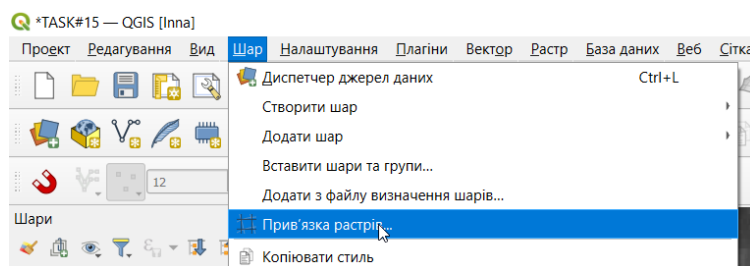


Рисунок 15.1 – Меню прив'язки растрів

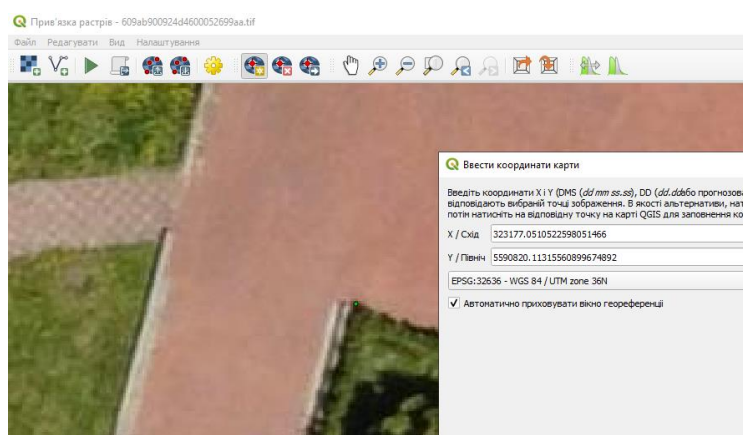


Рисунок 15.2 – Прив'язка за допомогою кута клумби

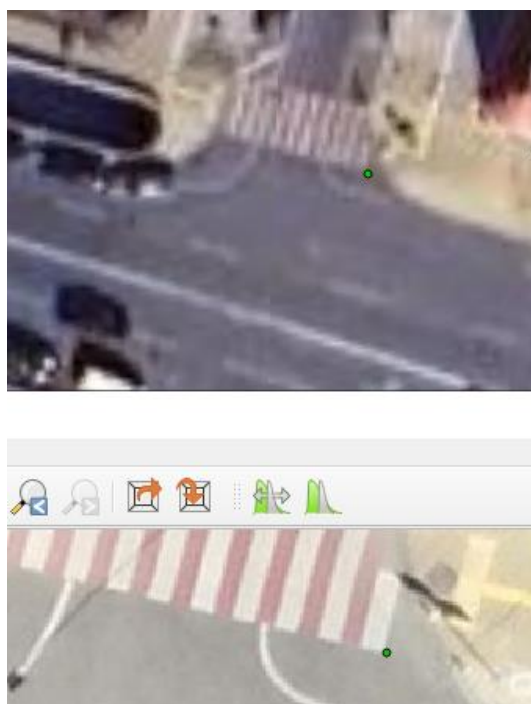


Рисунок 15.4 – Прив'язка на супутниковому знімку та знімку БПЛА

У меню «Вид» відкрити 3D-перегляд. У налаштуваннях перегляду обрати базову місцевість, тип DEM, завантажений шар з рельєфом (рис. 15.5).

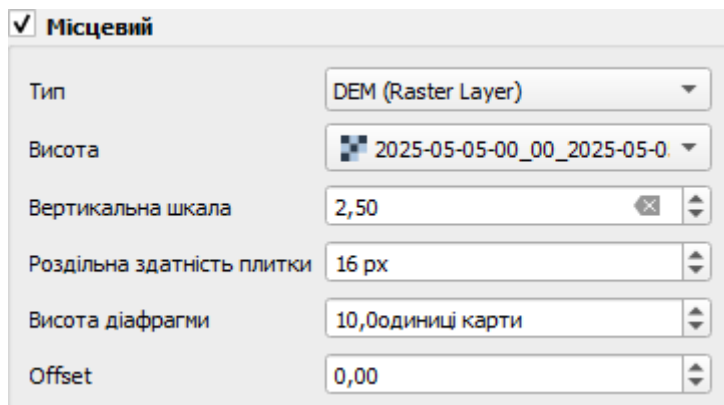


Рисунок 15.5 – Налаштування 3D-перегляду цифрової моделі

Обрати необхідний коефіцієнт вертикального витіснення для наочності і більшого контрасту між елементами рельєфу (рис. 15.5).

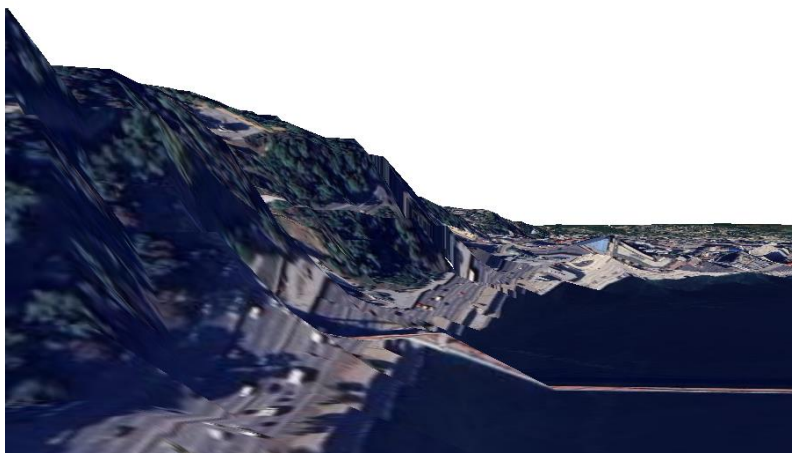


Рисунок 15.5 – Налаштування витіснення

Для відображення забудови міста обрізати по екстену матеріалів зйомки БПЛА шар векторизованих об'єктів забудови. Для елементів шару знайти / створити атрибут, що пов'язаний з висотою, наприклад поверховість (рис. 15.6).

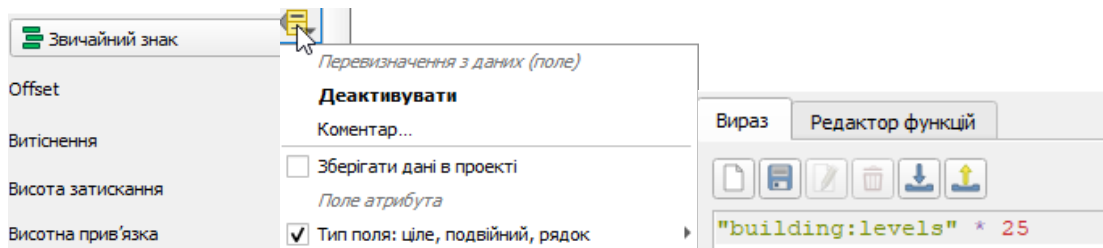


Рисунок 15.6 – Налаштування витіснення будівель

Відкрити властивості шару забудови, меню 3D-відображення. У меню встановити зміщення для того, щоб основа будівель була ближче до поверхні моделі місцевості. Також, встановити витіснення за допомогою формули, де кількість поверхні для наочності помножити на 25 (рис. 15.7, 15.8).



Рисунок 15.7 – Результат моделювання знімку на цифровій моделі



Рисунок 15.8 – Результат моделювання знімку на цифровій моделі

Контрольні запитання

1. Які основні підходи існують до зберігання геоданих (файлові формати, бази даних, хмарні сервіси)?
2. Чим відрізняється файлова база геоданих (наприклад, GeoPackage) від серверної (PostGIS)?
3. Які переваги використання СУБД для організації геоданих у міському господарстві?
4. Що таке просторові індекси та яку роль вони відіграють у роботі з великими наборами даних?
5. Які типи даних зберігаються у базі PostGIS?
6. Як забезпечується цілісність та узгодженість геоданих у базах даних?
7. Які інструменти використовуються для підключення бази даних у QGIS/ArcGIS?
8. Чим відрізняється локальне зберігання даних від хмарного?

Практичне заняття 16

Комплексний аналіз міської території

Мета роботи – провести комплексний аналіз міської території.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.
2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS.

Пояснення до роботи

Завантажити супутниковий знімок формату DEM, провести класифікацію висот відповідно до кольору, наприклад де синій – найнижчі ділянки, червоний – найвищі (рис. 16.1).

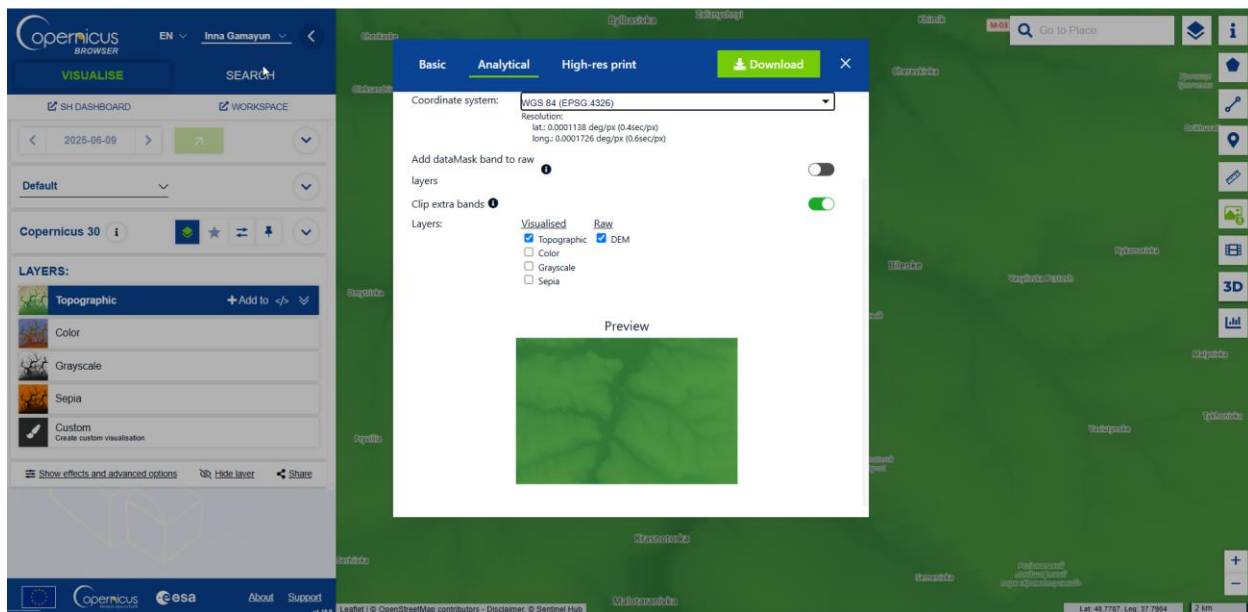


Рисунок 16.1 – Завантаження даних

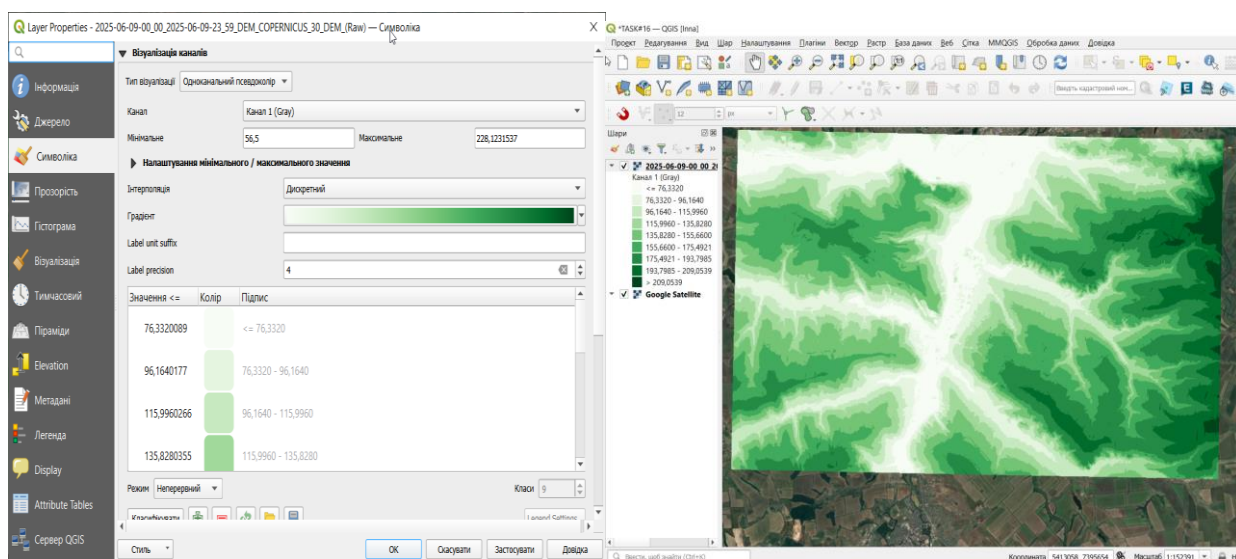


Рисунок 16.2 – Класифікація рельєфу

Необхідно проаналізувати отримані ділянки за параметрами, які будуть оптимальні для певного виду споруди, у цьому випадку це вітроелектрогенератор.

На знімку видалити ділянки, що мають найбільшу висоту. Сформувати умовні полігони, в межах яких буде відбуватися аналіз місцевості (рис. 16.3, 16.4).

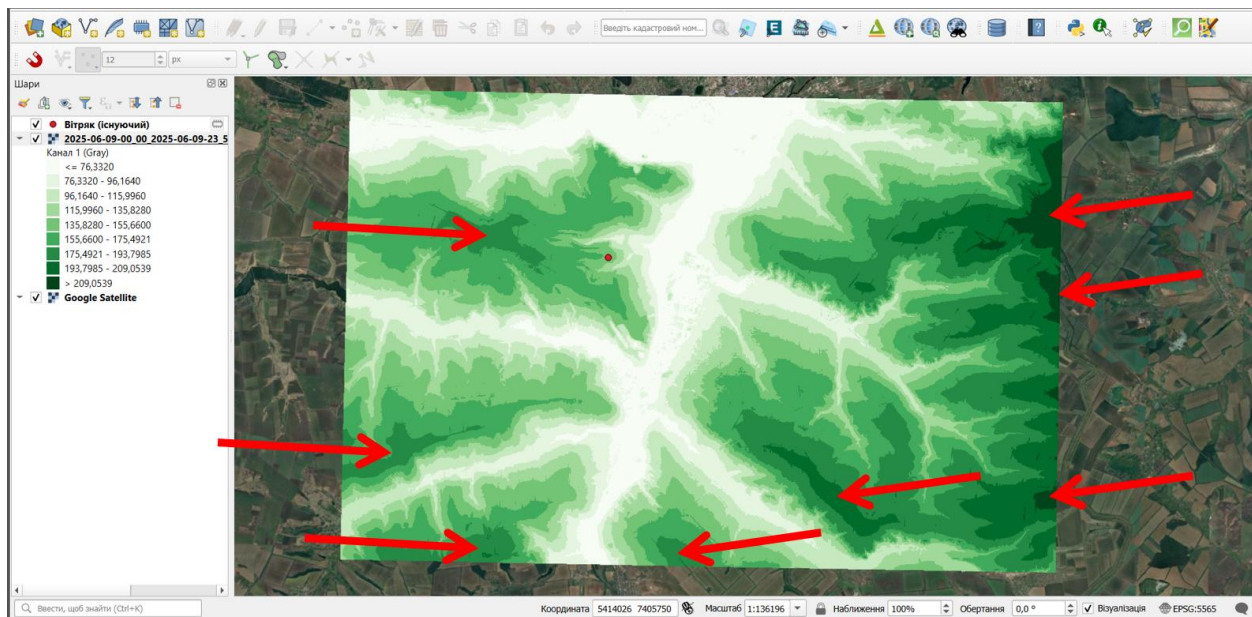


Рисунок 16.3 – Вибір найвищих ділянок рельєфу

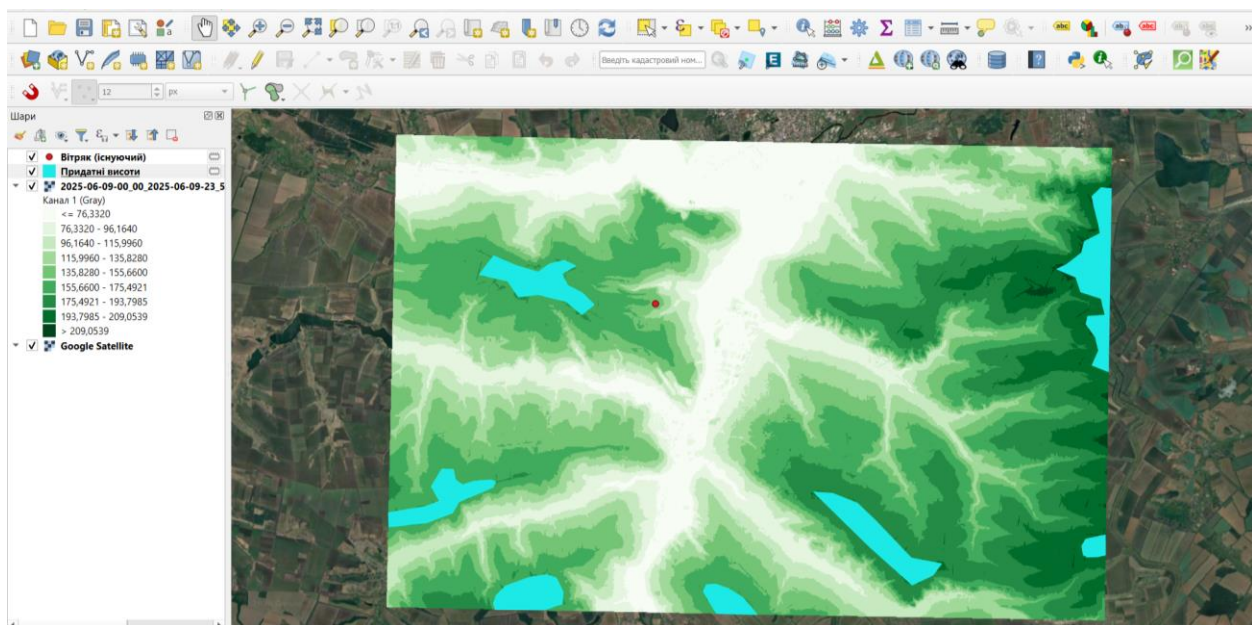


Рисунок 16.4 – Виділення найвищих ділянок рельєфу

Як результат – майже усі території придатні, тому що знаходяться за межами міста, в зонах з наявністю логістики поруч (рис. 16.5).



Рисунок 16.5 – Ділянки аналізу

Обрана найбільш придатна ділянка за виділеними параметрами, на якій можливо встановити вітряк, буде зручно його збудувати, ремонтувати та буде створювати найменше проблем людям через своє розташування (рис. 16.6).



Рисунок 16.6 – Відстань від зони до забудови

Контрольні запитання

1. Що таке просторові запити та яку роль вони відіграють у базах даних?
2. Які відмінності між атрибутивними та просторовими запитами в СУБД?
3. Які оператори просторових відношень ви знаєте (ST_Intersects, ST_Within, ST_Buffer тощо)?
4. У чому полягає перевага використання SQL-запитів для роботи з геоданими?
5. Як можна за допомогою просторових запитів визначити об'єкти, що знаходяться в межах певної відстані?
6. Які приклади комбінування просторових і атрибутивних умов можна навести?
7. Що таке функція ST_Area і для чого вона застосовується?
8. Як просторові запити допомагають у містобудівному плануванні та управлінні інфраструктурою?

Практичне завдання 3 Розробка вебкарти та інтерактивного візуалізатора даних міського господарства

Мета завдання – закріпити знання зі створення баз геоданих, просторової аналітики та візуалізації через розробку інтерактивної вебкарти, що може бути використана для управління міськими процесами та інформування громадськості.

Обладнання та програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер.

2. Програмне забезпечення : браузер, QGIS (з плагіном qgis2web), текстовий редактор (для HTML/CSS правок), Microsoft Excel.

Вихідні дані:

1. Єдиний GeoPackage/БД із Модулів 1 і 2 (будівлі, дороги, зелені зони, результати аналізу).
2. Стислий набір атрибутів.
3. Картографічні стилі з попередніх робіт.

Пояснення до роботи

1. Підготовка даних:
 - А. Виберіть 3–4 шари (наприклад: межа території, дороги, будівлі, зелені зони).
 - В. Для кожного шару підготуйте атрибути для відображення (назва, площа, функціональне призначення, показники аналізу).
 - С. Встановіть символію та підписи у QGIS/ArcGIS.
2. Експорт у вебформат:
 - А. У QGIS скористайтесь плагіном qgis2web:
 - оберіть формат Leaflet або OpenLayers;
 - вкажіть шари для відображення та спливаючі підказки;
 - додайте панель масштабування, пошук, легенду.
 - В. Або опублікуйте проєкт через ArcGIS Online Map Viewer.
 - С. Збережіть проєкт як локальну вебсторінку (index.html + папка data).
3. Налаштування інтерактивності:
 - А. Додайте у поп-ап інформацію з атрибутів (назва, площа, категорія).
 - В. Налаштуйте фільтрацію шарів (увімк. / вимк. у легенді).

- C. Додайте можливість пошуку об'єкта за назвою (опція Search).
 - D. (За бажанням) Реалізуйте теплову карту чи кластеризацію точок.
4. Тестування та публікація:
- A. Відкрийте вебкарту у браузері й перевірте відображення шарів та атрибутів.
 - B. Переконайтеся, що карта коректно масштабується на різних рівнях.
 - C. (За наявності вебсервера / хостингу) Розмістіть карту онлайн.

Вимоги до звітності:

1. Титульна сторінка.
2. Опис шарів, які були використані у вебкарті.
3. Скріни інтерфейсу вебкарти (легенда, пошук, приклад поп-апу).
4. Посилання на опубліковану карту (якщо доступна).
5. Висновок про можливості використання вебкарт у міському господарстві.

Контрольні запитання

1. У чому переваги вебкарт порівняно зі статичними картами?
2. Які формати даних використовуються для вебвізуалізації (GeoJSON, TopoJSON тощо)?
3. Які інструменти інтерактивності найбільш затребувані у муніципальних ГІС?
4. Які приклади застосування вебкарт ви знаєте у практиці управління містом?

САМОСТІЙНА РОБОТА

Завдання 1. Аналіз програмного забезпечення. Складіть порівняльну таблицю 2–3 найбільш поширених ГІС-програм (наприклад, QGIS, ArcGIS, MapInfo), вказавши їх можливості, ліцензійну політику та застосовність для потреб міста. Встановіть одну з програм (за згодою з викладачем) та проведіть огляд інтерфейсу та основних інструментів. Підготуйте доповідь та презентацію.

Завдання 2. Практична частина (на комп'ютері). Імпортуйте в ГІС-програму картографічну підоснову (наприклад, OpenStreetMap або топографічну картку). Створіть тематичний шар, що відображає:

- розташування зупинок громадського транспорту;
- об'єкти комунального обслуговування; зони озеленення.

Налаштуйте стилізацію шару, підписи та легенду. Виконайте найпростіші просторові запити: знайдіть об'єкти у радіусі 300 м від заданої точки; визначте густину об'єктів на території району. Підготуйте доповідь та презентацію.

Завдання 3. Проєктне завдання. Розробіть схему використання ГІС для одного із завдань міського господарства, вибравши тему:

1. Планування маршрутів прибирання сміття.
2. Контроль вуличного освітлення.
3. Моделювання зон підтоплення.
4. Облік та аналіз стану зелених насаджень.
5. Оцінка стану дорожньої інфраструктури.

Оформіть мініпроєкт (презентацію або стислий звіт), в якому опишіть: ціль проєкту; використовувані дані; методи візуалізації та аналізу; очікуваний результат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Nesterenko S. Methods of neural network modeling and artificial intelligence in the development and operation of municipal geographic information systems [Electronic resource] : monograph / S. Nesterenko, K. Musiienko. – Electronic text data. – Primedia eLaunch, Boston, USA, 2025. – 126 p. – Regime of access: <https://isg-konf.com/979-8-89814-216-2/>, free (application date: 01.09.2025). – Header from the screen.

2. Сценарне моделювання змін міської інфраструктури з використанням ГІС / С. Г. Нестеренко, Ю. Б. Радзінська, О. В. Фролов, Н. В. Хворост, А. А. Євдокімов // Науковий вісник будівництва. – Електрон. текст. дані. – 2025. – Вип. 112. – С. 369–374. – Режим доступу : <https://doi.org/10.33042/2311-7257.2025.112.1.46>, вільний (дата звернення: 23.08.2025). – Назва з екрана.

3. Musiienko K. Interoperability of geodata in the context of the digital transformation of cadastre systems [Electronic resource] / K. Musiienko, S. Nesterenko / International independent scientific journal. – № 75, july 2025: 26-31. – Electronic text data. – Regime of access: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15862213>, free (application date: 01.09.2025). – Header from the screen.

4. Musiienko K. Geoinformation models using artificial intelligence for automating land use classification [Electronic resource] / K. Musiienko, S. Nesterenko / // Sciences of Europe. 30 july 2025.; (169):73–78. – Electronic text data. – Regime of access: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16615652>, free (application date: 01.09.2025). – Header from the screen.

5. Шаригін В. М. Застосування геоінформаційних технологій для моделювання транспортних потоків в умовах міста [Електрон. ресурс] / В. М. Шаригін // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Вип. 52. – С. 133–139. – Режим доступу:

http://nbuv.gov.ua/UJRN/spam_2018_52_20, вільний (дата звернення: 23.08.2025). – Назва з екрана.

6. Мамонов К. А. Застосування ГІС-технологій у міському плануванні [Електрон. ресурс] / К. А. Мамонов, В. І. Корженевський // Містобудування та територіальне планування. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Вип. 70. – С. 102–108. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2019_70_17 (дата звернення: 23.08.2025). – Назва з екрана.

7. Haklay M. Interacting with Geospatial Technologies [Electronic resource]/ Muki Haklay. – Electronic text data. – Chichester : John Wiley & Sons, 2010. – 312 p. – ISBN 978-0470998243. – Regime of access: <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5778/05/L-G-0000577805-0002359475.pdf>, free (application date: 09.08.2025). – Header from the screen.

8. Goodchild M. F. GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues [Electronic resource] / Michael F. Goodchild, Bradley O. Parks, Louis T. Steyaert. – Electronic text data. – New York : John Wiley & Sons, 1996. – 520 p. – ISBN 978-0471110903. – Regime of access: <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/3730/1/RR-94-02.pdf>, free (application date: 01.09.2025). – Header from the screen.

9. Campbell H. GIS for Urban and Regional Planning [Electronic resource] / H. Campbell, R. Marshall. – Electronic text data. – London : Routledge, 2014. – 208 p. – ISBN 978-0415634917. – Regime of access: <https://core.ac.uk/download/pdf/7005171.pdf>, free (application date: 28.08.2025). – Header from the screen.

10. Мамонов К. А. ГІС-забезпечення при раціональному використанні земельних ресурсів міської забудови [Електрон. ресурс] / К. А. Мамонов, С. Г. Нестеренко, К. І. Вяткін // Науковий вісник будівництва. – Електрон. текст. дані. – 2016. – Т. 86, № 4. – С. 283–286. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2016_86_4_64, вільний (дата звернення: 28.08.2025). – Назва з екрана.

11. Tomlin C. D. Geographic Information Systems and Cartographic Modelling [Electronic resource] / C. D. Tomlin. – Electronic text data. – Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1990. – 350 p. – ISBN 978-0133509271. – Regime of access: <https://archive.org/details/geographicinform00toml/page/n13/mode/2up>, free (application date: 28.08.2025). – Header from the screen.
12. Карпенко О. В. Методика оцінки порталів послуг органів державного управління [Електрон. ресурс] / О. В. Карпенко // Науковий вісник Академії муніципального управління.. – Електрон. текст. дані. – 2013. – Вип. 3. – С. 136–145. – (Серія : Управління) – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvamu_upravl_2013_3_20, вільний (дата звернення: 28.08.2025). – Назва з екрана.
13. Тривимірні геоінформаційні системи та відновлення втраченої нерухомості [Електрон. ресурс] / О. Є. Поморцева, С. М. Кобзан, М. А. Кухар, О. О. Воронков // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Т. 3, № 170. – С. 271–277. – (Серія: Технічні науки та архітектура). – Режим доступу : <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/issue/view/140>, вільний (дата звернення : 11.08.2025). – Назва з екрана.
14. Геоінформаційні системи, що базуються на картографічних та геодезичних вишукуваннях для планування інвестиційних процесів у містах [Електрон. ресурс] / М. А. Кухар, О. Є. Поморцева, С. М. Кобзан, О. В. Доброходова // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Т. 3, № 170. – С. 228–233. – (Серія: Технічні науки та архітектура). – Режим доступу : <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/issue/view/140>, вільний (дата звернення : 11.08.2025) – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації

до проведення практичних занять і організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА»

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Укладачі: **НЕСТЕРЕНКО** Сергій Григорович,
КУХАР Максим Анатолійович

Відповідальний за випуск *К. А. Мамонов*
Редактор *О. В. Михаленко*
Комп'ютерне верстання *С. Г. Нестеренко*

План 2025, поз. 53М

Підп. до друку 22.09.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 6,1.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.