

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проєкту
з навчальної дисципліни

«ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА»

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з навчальної дисципліни «Геоінформаційна система міського господарства» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. М. А. Кухар. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 63 с.

Укладач канд. техн. наук, ст. викл. М. А. Кухар

Рецензент

С. Г. Нестеренко, 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.....	4
1 Проєктування бази геоданих інженерних мереж	5
1.1 Створення просторових даних інженерних мереж.....	5
1.2 Розробка атрибутивної моделі для інженерних мереж.....	9
1.3 Впровадження топологічних правил для бази геоданих.....	12
1.4 Тестування бази геоданих на коректність.....	13
2 Формування геопросторових даних інженерних мереж.....	17
2.1 Імпорт та інтеграція даних інженерних мереж у базу геоданих.....	17
2.2 Цифрова векторизація інженерних мереж.....	21
2.3 Геокодування мереж і прив'язка до міських об'єктів.....	27
2.4 Аналіз точності та корекція помилок у геопросторових даних.....	31
3 Моделювання зон обмежень у використанні земель населеного пункту	35
3.1 Створення буферних зон для інженерних мереж.....	36
3.2 Моделювання зон обмежень для різних об'єктів інфраструктури...	37
3.3 Розробка моделей зон обмежень для ключових інженерних об'єктів	43
3.4 Аналіз перетинів зон обмежень з міською забудовою.....	45
3.5 Візуалізація зон обмежень на карті населеного пункту.....	48
4 Вимоги до оформлення звіту до курсового проєкту.....	51
Висновки.....	59
Список рекомендованих джерел.....	60

ВСТУП

Геоінформаційні системи міського господарства є основним інструментом обробки та застосування просторових даних міст. Загалом, існують декілька методів та способів роботи з просторовою інформацією, але вони мають свої особливості в разі застосування на території міст.

Із розвитком технологій з'являється все більше можливостей для використання просторової інформації для вирішення задач, що виникають під час діяльності людини. Вирішення цих задач формує більш чітке уявлення про речі та простір для оптимізації процесів, які відбуваються в містах.

Курсовий проєкт «Геоінформаційна система міського господарства» – професійна дисципліна, необхідна для формування навичок застосування ГІС в системі формування, розвитку та функціонування міського господарства.

Мета курсу – набуття майбутніми фахівцями професійних знань та практичних навичок під час застосування ГІС для міського господарства.

Предмет курсу – застосування ГІС для забезпечення функціонування процесів міської інфраструктури.

Об'єкт вивчення – формування та реалізація функцій елементів ГІС для забезпечення функціонування процесів інженерних мереж та реалізації аналізу просторових даних земель населених пунктів.

Допущення та обмеження: в якості прикладу аналізу в методичних рекомендаціях використовується територія міста Лондон, але всі види аналізу проводяться на підставі законодавства України.

1 ПРОЄКТУВАННЯ БАЗИ ГЕОДАНИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

База геоданих для інженерних мереж – це цифрова система, яка дозволяє зберігати і структурувати повну інформацію про всі інженерні об’єкти на певній території, включно з їхнім точним розташуванням, типом, технічними характеристиками та станом. Вона створюється для того, щоб забезпечити зручний і швидкий доступ до даних, полегшити планування, проєктування та ремонт мереж, підвищити безпеку робіт, запобігти аварійним ситуаціям, провести аналіз та контроль функціонування інфраструктури, а також інтегруватися з іншими інформаційними системами для автоматизованого управління та моніторингу.

1.1 Створення просторових даних інженерних мереж

Перед початком безпосереднього проєктування бази геоданих інженерних мереж необхідно здійснити налаштування геоінформаційного середовища, адаптованого під індивідуальні вимоги користувача та особливості дослідження. У межах цього етапу формуються зручні умови роботи в програмному забезпеченні QGIS, що містить налаштування інтерфейсу, гарячих клавіш, панелей інструментів та активних модулів.

Насамперед встановлюється плагін QuickOSM, який дозволяє здійснювати пряме завантаження даних із бази OpenStreetMap та бази QuickMapServices, що забезпечує під’єднання до різноманітних картографічних підкладок через пункт меню «Плагіни», вікно «Управління та встановлення плагінів» (рис. 1.1).

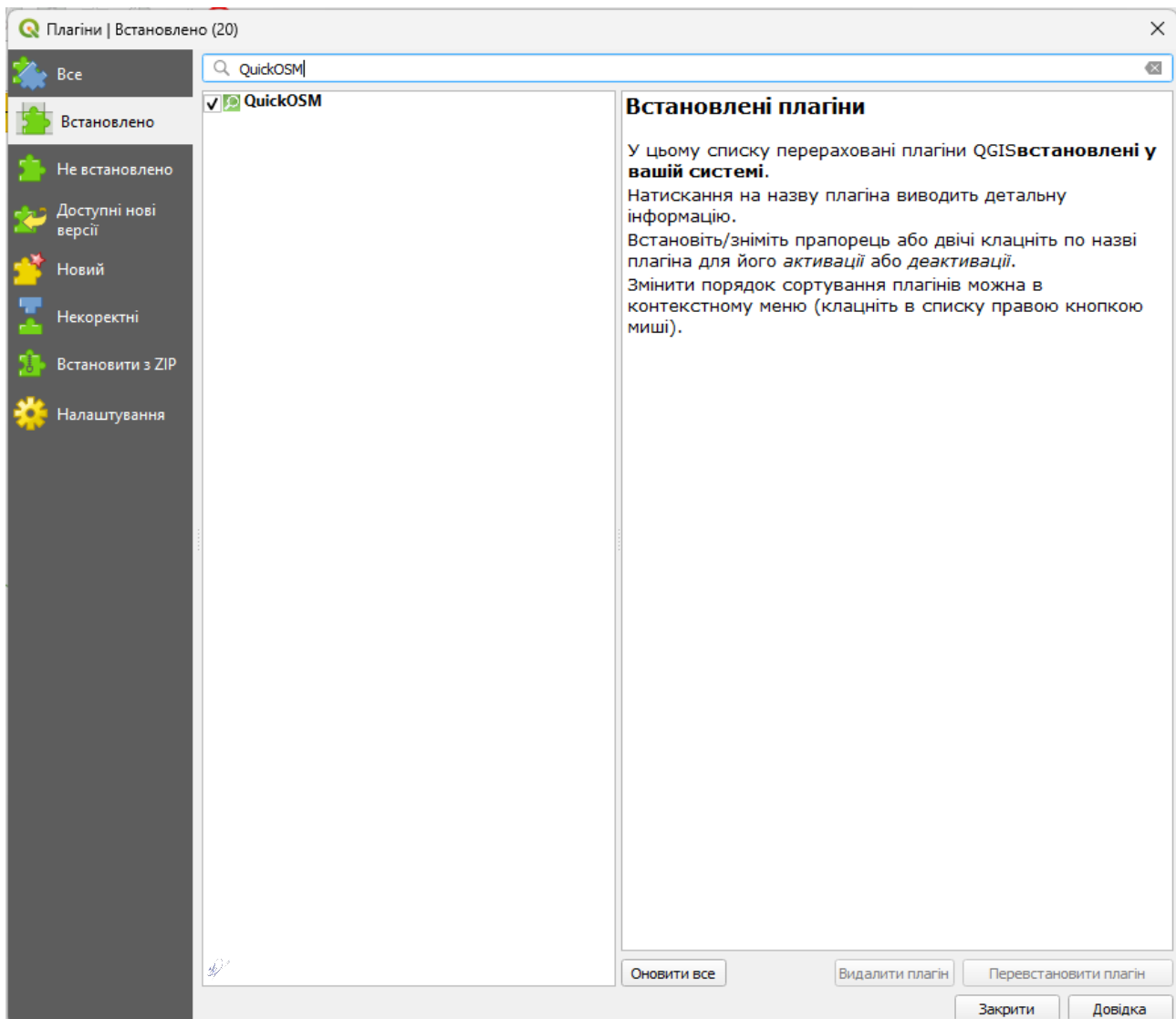


Рисунок 1.1 – Ілюстрація вікна встановлення плагіну QuickOSM

Перед початком робіт потрібно вказати метричну проєкцію. Для її встановлення використовується меню «Проект» обрати пункт «Властивості». Серед властивостей проєкту відкрити меню «Система координат», та обрати необхідну систему координат (рис. 1.2).

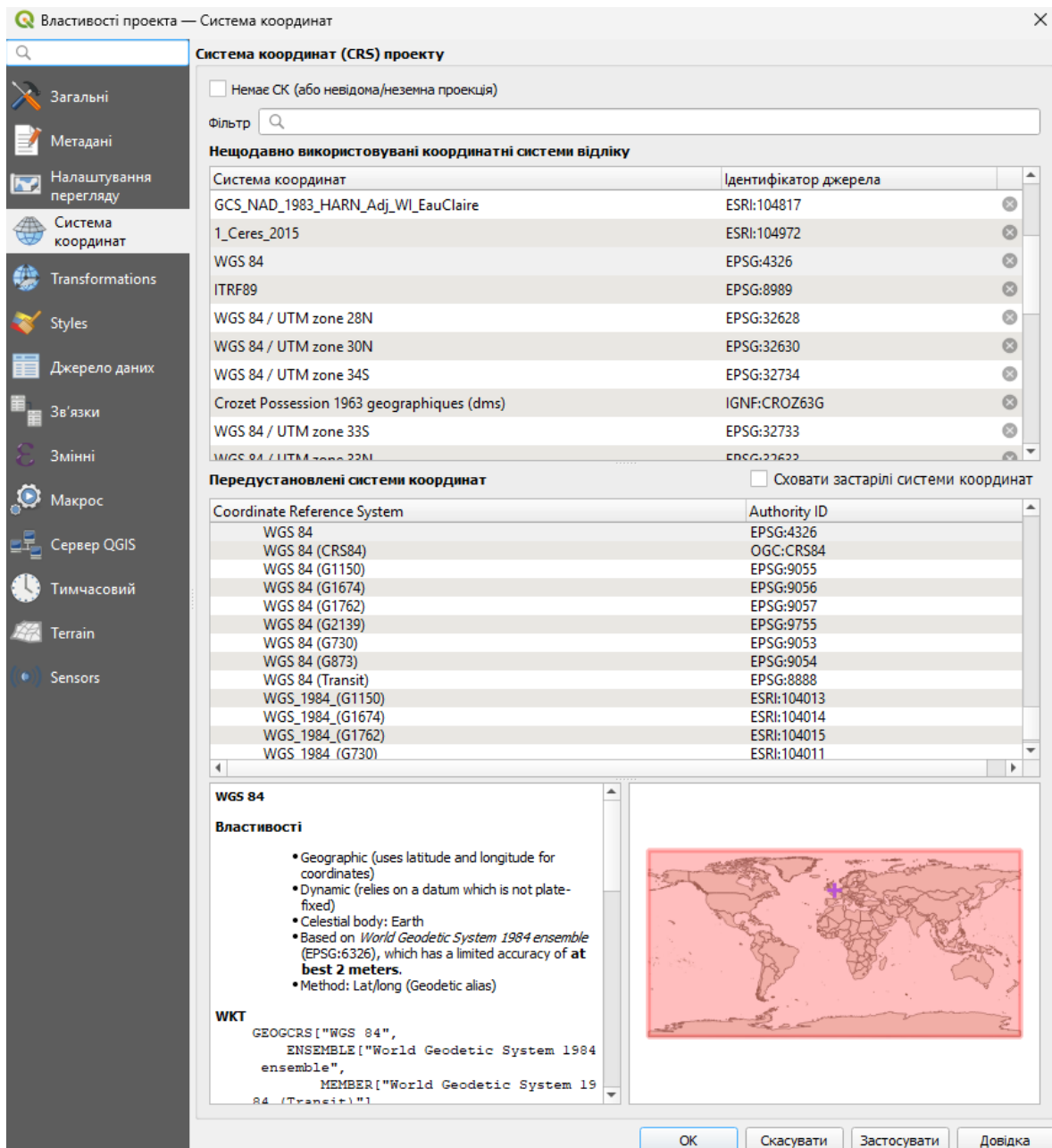


Рисунок 1.2 – Ілюстрація вікна вибору проекції

Для формування повноцінної бази геоданих (БГД), що відображає структуру інженерних мереж міської території, завантажуються геопросторові дані.

Вивантаження геопросторових даних інженерних мереж здійснюється за допомогою встановленого раніше плагіну QuickOSM, що дозволяє створювати запити до бази OpenStreetMap з використанням пар ключ-значення (key = value).

На основі аналізу структури відкритих геоданих можна сформуванати запити до типових ключів, таких як: `man_made = pipeline`, `power = line`, `power = minor_line`, `pipeline = water`, `pipeline = gas` тощо. Кожен запит виконується окремо з метою для зниження ризику виникнення помилок у завантаженні та для збереження структурної цілісності даних (рис. 1.3).

Здобувачі обирають об'єкт (місто) аналізу самостійно та погоджують вибір з викладачем. Об'єкт бажано обрати з міст України, але не обмежено ними.

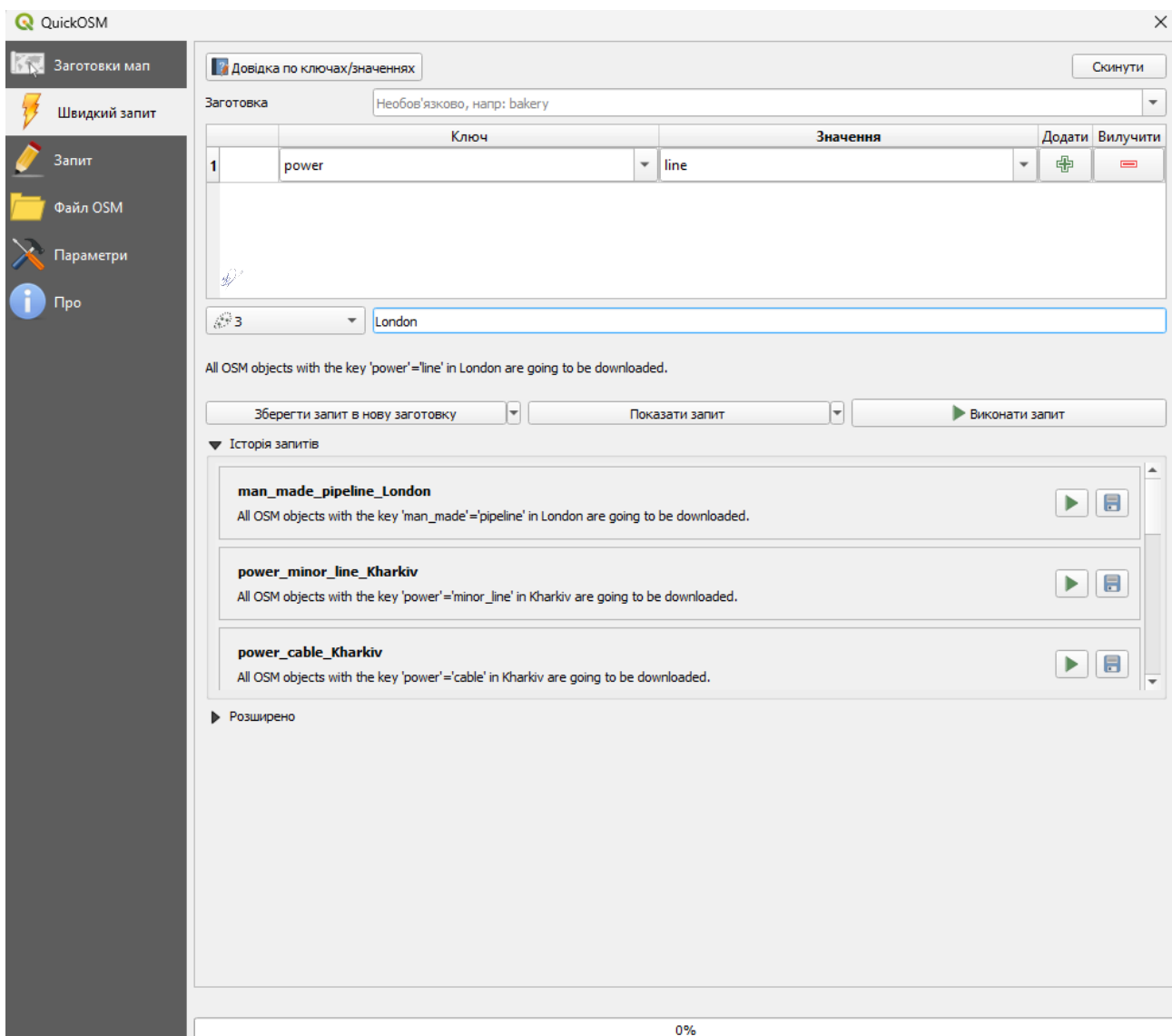
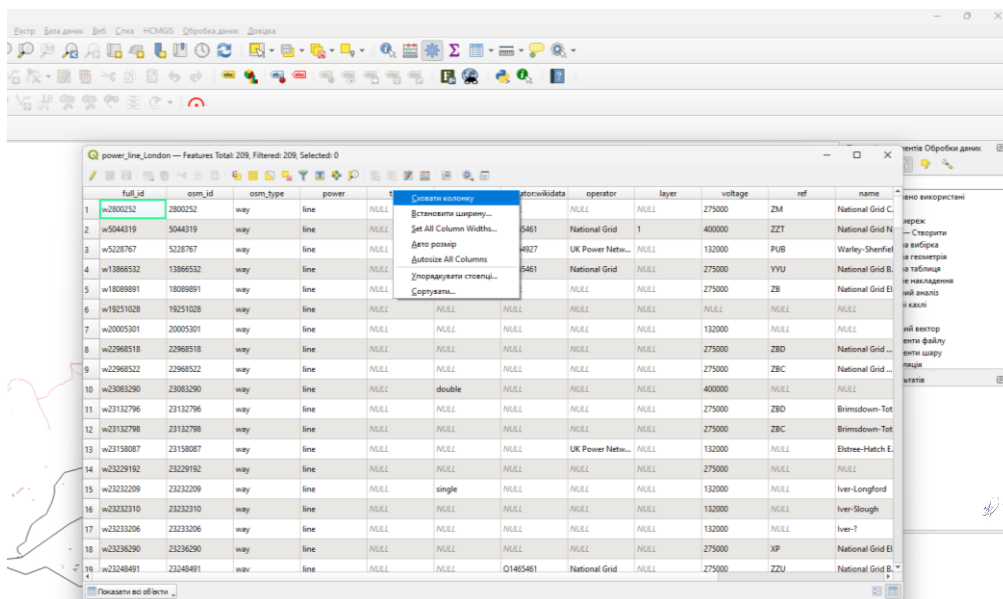


Рисунок 1.3 – Створення запиту «London» за допомогою QuickOSM

Більше ключів та запитів можна знайти за посиланнями: URL: <https://taginfo.openstreetmap.org/keys>; URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Ma_p_features

Результатом виконання запитів є формування лінійних векторних шарів інженерних мереж з відповідними атрибутивними даними (рис. 1.4).



full_id	osm_id	osm_type	power	power:wikidata	operator	layer	voltage	ref	name
w2800252	2800252	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	ZM	National Grid C
w5044319	5044319	way	line	NULL	5461 National Grid	1	400000	ZZT	National Grid N
w5228767	5228767	way	line	NULL	4927 UK Power Net...	NULL	132000	PUB	Warley-Sherfil
w13866532	13866532	way	line	NULL	5461 National Grid	NULL	275000	YVU	National Grid B
w18089891	18089891	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	ZB	National Grid E
w19251028	19251028	way	line	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
w20005301	20005301	way	line	NULL	NULL	NULL	132000	NULL	NULL
w22968518	22968518	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	ZBD	National Grid...
w22968522	22968522	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	ZBC	National Grid...
w23083290	23083290	way	line	double	NULL	NULL	400000	NULL	NULL
w23132796	23132796	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	ZBD	Brimsdown-Tot
w23132798	23132798	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	ZBC	Brimsdown-Tot
w23158087	23158087	way	line	NULL	UK Power Net...	NULL	132000	NULL	Elstree-Hatch E
w23229192	23229192	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	NULL	NULL
w23232209	23232209	way	line	single	NULL	NULL	132000	NULL	Iver-Longford
w23232310	23232310	way	line	NULL	NULL	NULL	132000	NULL	Iver-Slough
w23233206	23233206	way	line	NULL	NULL	NULL	132000	NULL	Iver-?
w23236290	23236290	way	line	NULL	NULL	NULL	275000	XP	National Grid E
w23248491	23248491	wav	line	NULL	O1485461 National Grid	NULL	275000	ZZU	National Grid B...

Рисунок 1.4 – Ілюстрація результатів експорту геопросторових даних інженерних мереж

1.2 Розробка атрибутивної моделі для інженерних мереж

Далі необхідно провести розробку атрибутивної моделі для інженерних мереж: визначити ключові атрибути для кожного типу мереж (наприклад, діаметр труб, потужність кабелів), створити атрибутивні таблиці та налаштувати зв'язки між об'єктами, сформувати межі міста, в якому подано інженерні мережі (рис. 1.5, 1.6). Це можна реалізувати в таблиці атрибутів за допомогою функцій «Додати нове поле» та «Калькулятор відкритого поля».

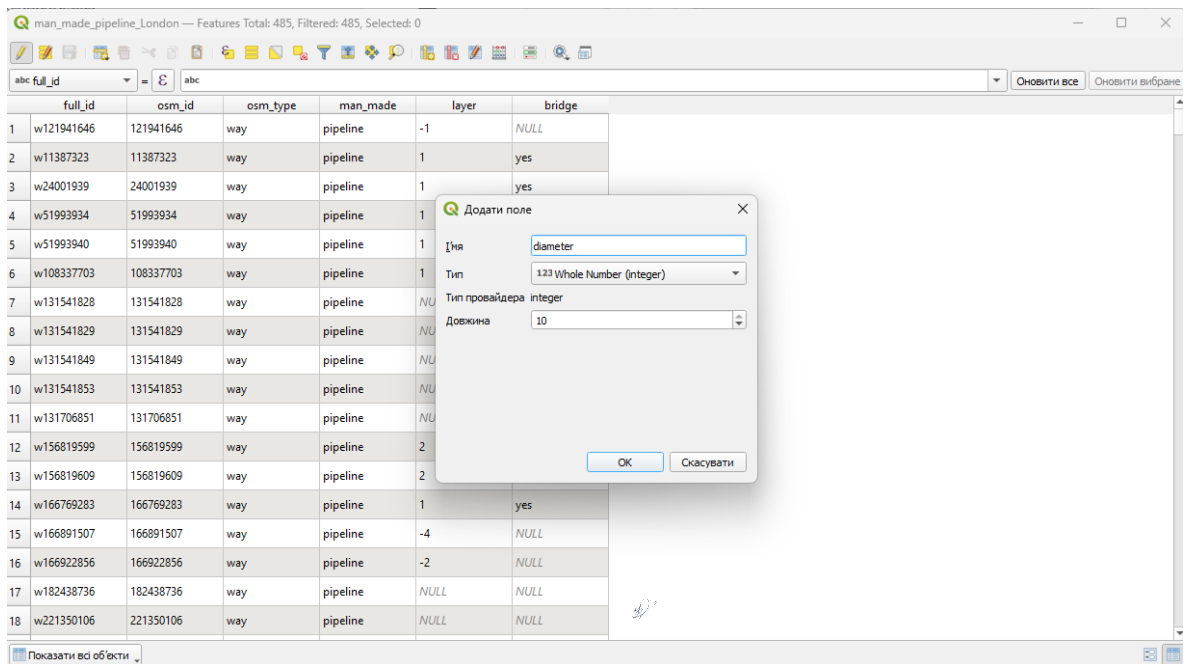
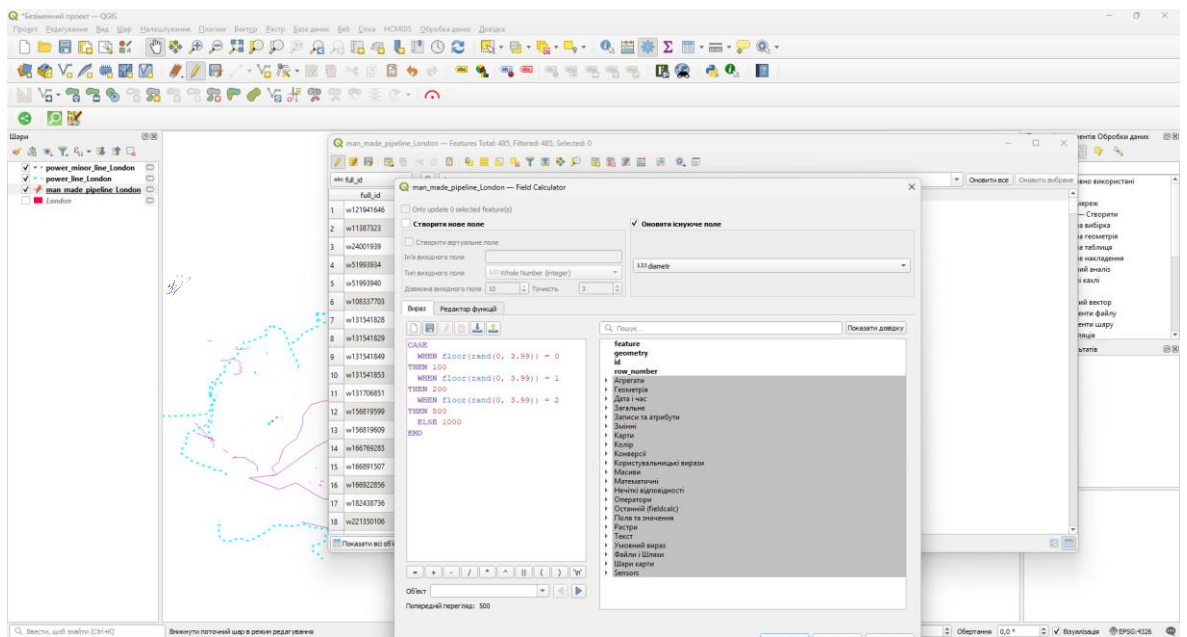


Рисунок 1.5 – Ілюстрація роботи зі створення нового поля в таблиці атрибутів



Вираз Редактор функцій

```

CASE WHEN floor(rand(0,3.99))= 0
THEN 100 WHEN floor(rand(0,3.99
))= 1 THEN 200 WHEN floor(rand(0,
3.99))= 2 THEN 500 else 1000 END

```

Рисунок 1.6 – Ілюстрація розрахунку атрибутів за допомогою «Калькулятора відкритого поля» для випадкового заповнення, наприклад, діаметрів труб

Як результат, сформується стовпчик із додатковими атрибутивними даними (рис. 1.7).

full_id	osm_id	osm_type	man_made	layer	bridge	diametr
w121941646	121941646	way	pipeline	-1	NULL	200
w11387323	11387323	way	pipeline	1	yes	100
w24001939	24001939	way	pipeline	1	yes	1000
w51993934	51993934	way	pipeline	1	yes	1000
w51993940	51993940	way	pipeline	1	yes	200
w108337703	108337703	way	pipeline	1	yes	200
w131541828	131541828	way	pipeline	NULL	NULL	1000
w131541829	131541829	way	pipeline	NULL	NULL	100
w131541849	131541849	way	pipeline	NULL	NULL	1000
w131541853	131541853	way	pipeline	NULL	NULL	1000
w131706851	131706851	way	pipeline	NULL	NULL	100
w156819599	156819599	way	pipeline	2	yes	1000
w156819609	156819609	way	pipeline	2	NULL	100
w166769283	166769283	way	pipeline	1	yes	200
w166891507	166891507	way	pipeline	-4	NULL	200
w166922856	166922856	way	pipeline	-2	NULL	500
w182438736	182438736	way	pipeline	NULL	NULL	1000
w221350106	221350106	way	pipeline	NULL	NULL	200
w222324454	222324454	way	pipeline	NULL	NULL	500

Рисунок 1.7 – Ілюстрація отриманих даних у таблиці атрибутів

Оформлення та візуалізація здійснюється за допомогою меню «Символіка» (рис. 1.8, 1.9).

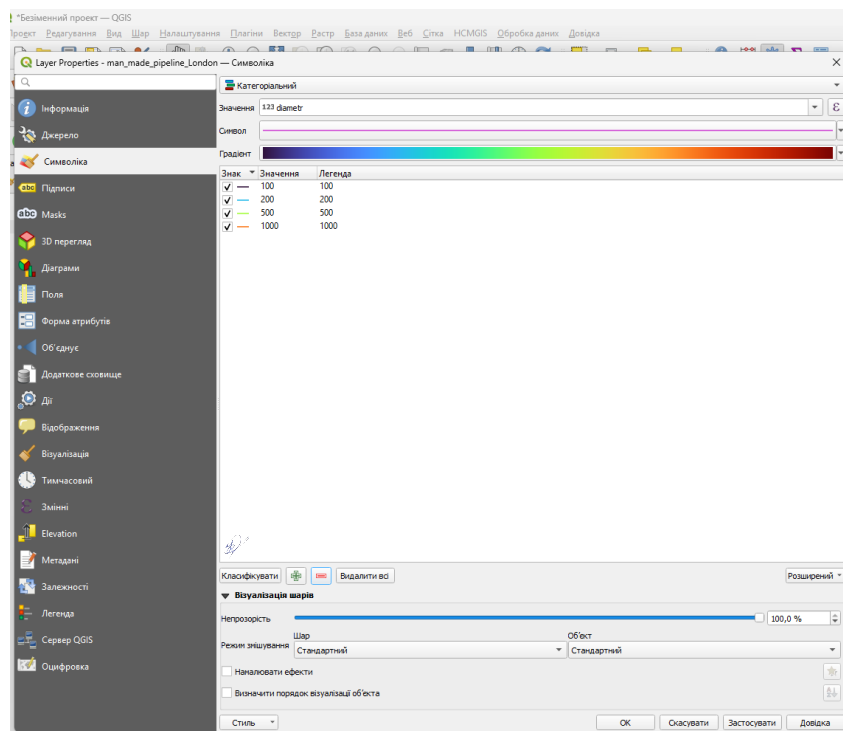


Рисунок 1.8 – Ілюстрація оформлення просторових даних

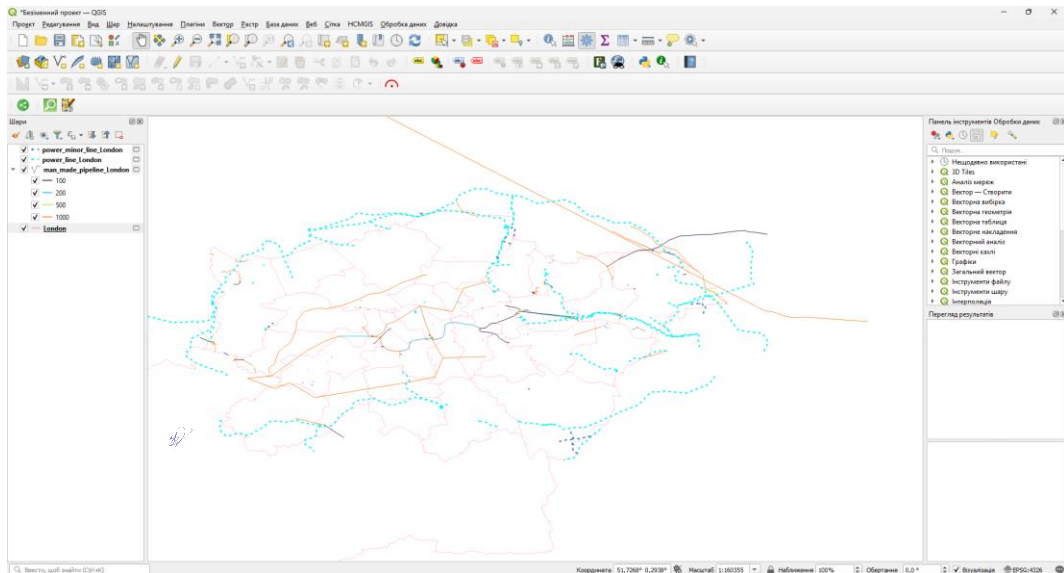


Рисунок 1.9 – Ілюстрація візуалізації просторових даних

1.3 Впровадження топологічних правил для бази геоданих

Далі проводиться перевірка топології інженерних мереж через упровадження топологічних правил для бази геоданих, наприклад: перевірка на перетин, з'єднання або відстань між елементами інженерних мереж, тощо. Перевірка перетину інженерних мереж здійснюється за допомогою інструмента набору «Векторне накладання» – «Перетин ліній» (рис. 1.10, 1.11).

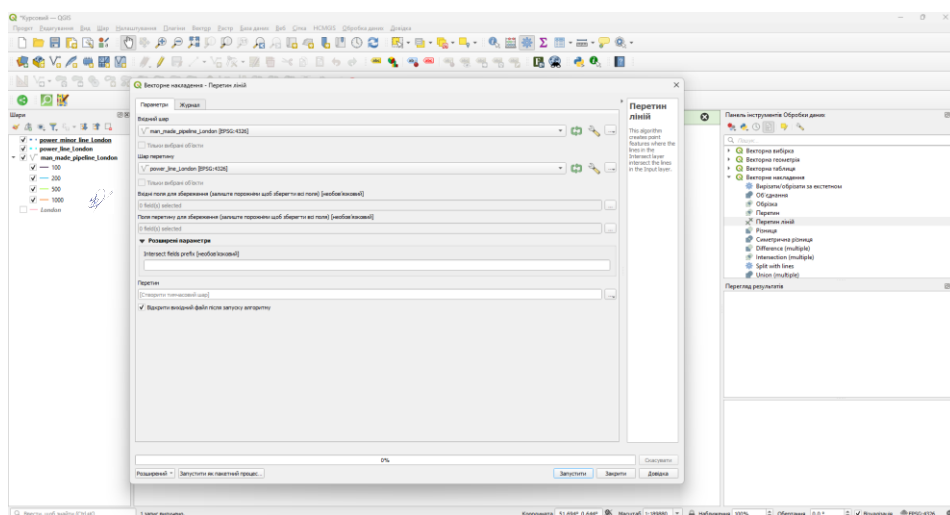


Рисунок 1.10 – Ілюстрація інструмента «Векторне накладання»

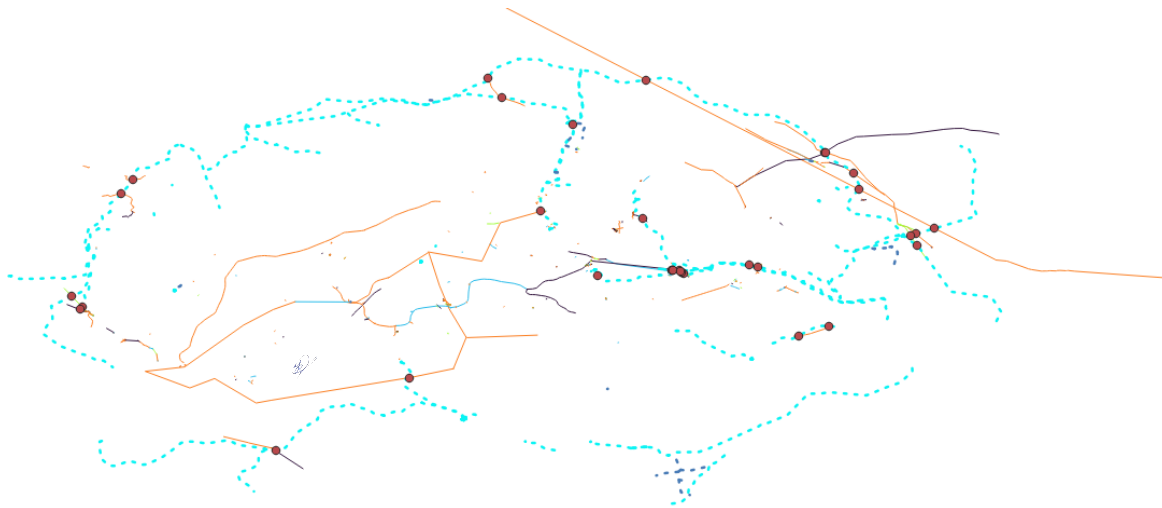


Рисунок 1.11 – Ілюстрація візуалізації отриманих перетинів інженерних мереж

1.4 Тестування бази геоданих на коректність

Одним із ключових етапів проєктування бази геоданих інженерних мереж є верифікація геометричної та логічної коректності просторових об'єктів. Для забезпечення достовірності, узгодженості й подальшої аналітичної коректності моделі, у середовищі QGIS реалізовано механізм контролю топологічної цілісності даних.

На цьому створюється набір топологічних правил, які визначають допустимі просторові взаємозв'язки між об'єктами інженерних мереж. Наприклад:

- не повинно бути перетинів між об'єктами різних типів мереж, якщо це технічно не передбачено;
- об'єкти мають бути з'єднані кінцями, якщо утворюють одну мережу;
- відстань між паралельними мережами повинна відповідати нормативним вимогам (наприклад, відповідно до ДБН або галузевих стандартів).

логічних помилок у разі подальшого аналізу, забезпечити достовірність просторових запитів та зберегти структурну цілісність бази геоданих.

Всі отримані дані зберегти в базі геоданих на власному носії.

Під час роботи над першою частиною курсового проєкту в QGIS необхідно сформулювати технічно й логічно обґрунтовану основу для подальшого проєктування бази геоданих інженерних мереж. Провести конфігурування інтерфейсу та індивідуальне налаштування програмного забезпечення. Інтеграція спеціалізованих плагінів, зокрема QuickOSM та QuickMapServices. Створення нового проєкту, під'єднання базового шару меж населеного пункту та встановлення актуальної метричної проєкції.

Обрати об'єкт дослідження, який не повинен повторюватись серед здобувачів. Експортувати межі населеного пункту та відповідні інженерні мережі міста. У результаті повинні бути підготовлені просторові дані та їхня атрибутивна інформація з відповідним візуальним, здатне забезпечити ефективну роботу з геопросторовими даними у межах поставленого завдання.

Контрольні запитання

1. Поясніть призначення бази геоданих інженерних мереж. Які задачі вона дозволяє вирішувати в містобудуванні, експлуатації та моніторингу інженерної інфраструктури?

2. Опишіть етапи налаштування середовища QGIS для проєктування бази геоданих інженерних мереж. Які плагіни необхідні та яку роль вони відіграють у роботі?

3. Як здійснюється отримання геопросторових даних інженерних мереж із бази OpenStreetMap у QGIS? Які ключі та запити використовуються і чому важливо виконувати їх поетапно?

4. Що таке атрибутивна модель інженерних мереж? Наведіть приклади атрибутів для різних типів мереж і поясніть, як створюються нові поля та виконується розрахунок значень у QGIS.

5. Для чого у процесі проектування бази геоданих необхідно впроваджувати топологічні правила? Які помилки вони допомагають виявити та виправити?

6. Опишіть інструменти та плагіни QGIS, що використовуються для перевірки геометричної та топологічної коректності об'єктів. Які типові помилки можна виявити та як їх усунути?

7. Поясніть, чому попереднє тестування та верифікація бази геоданих є ключовими етапами перед її використанням у подальших аналітичних завданнях. Які ризики виникають унаслідок відсутності цього етапу?

2 ФОРМУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Формування геопросторових даних інженерних мереж є одним із ключових етапів у створенні сучасних міських геоінформаційних систем. Наявність достовірної та актуальної інформації про розташування інженерних комунікацій забезпечує ефективне управління міською інфраструктурою, оптимізацію процесів експлуатації та ремонту, а також підвищення безпеки будівельних і планувальних робіт.

На цьому етапі важливим завданням є інтеграція різноманітних джерел інформації – паперових планів, електронних креслень, топографічних матеріалів, а також результатів геодезичних знімків. У процесі створення єдиної бази геоданих застосовуються методи імпорту й узгодження даних, цифрової векторизації та геокодування. Це дозволяє отримати просторово орієнтовану модель мереж, пов'язану з іншими міськими об'єктами.

Окреме значення має перевірка точності та корекція можливих похибок, адже якість геопросторових даних визначає рівень достовірності ухвалених управлінських рішень. Таким чином, цей розділ присвячено методам формування та обробки геопросторових даних інженерних мереж, які є основою для подальшого аналізу та використання у міських системах.

2.1 Імпорт та інтеграція даних інженерних мереж у базу геоданих

Для формування повноцінної бази геопросторових даних інженерних мереж необхідно вміти здійснювати імпорт просторових об'єктів, які зберігаються у форматах DXF або SHP, до середовища геоінформаційної системи QGIS.

На першому етапі виконано експорт креслення з AutoCAD у формат DXF. Цей формат підтримується більшістю ГІС-додатків і зберігає як геометрію

об'єктів (лінії, полігони), так і їхні атрибути (у шарах або блоках). Вигляд вікна експорту в AutoCAD зображено на рисунку 2.1.

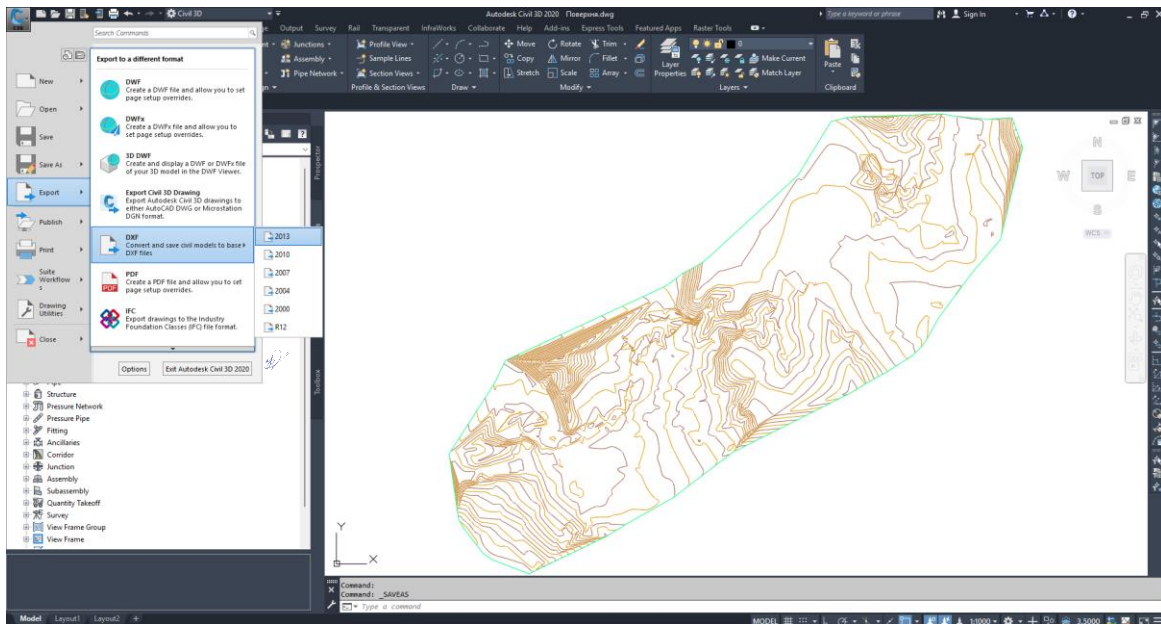


Рисунок 2.1 – Ілюстрація експорту даних у формат DXF в AutoCAD

Далі, у середовищі QGIS здійснюється імпорт даних у форматі DXF. Для цього використовується стандартна функція імпорту векторних даних. Під час вибору файлу формату DXF відкривається діалогове вікно для налаштувань імпорту (рис. 2.2, 2.3).

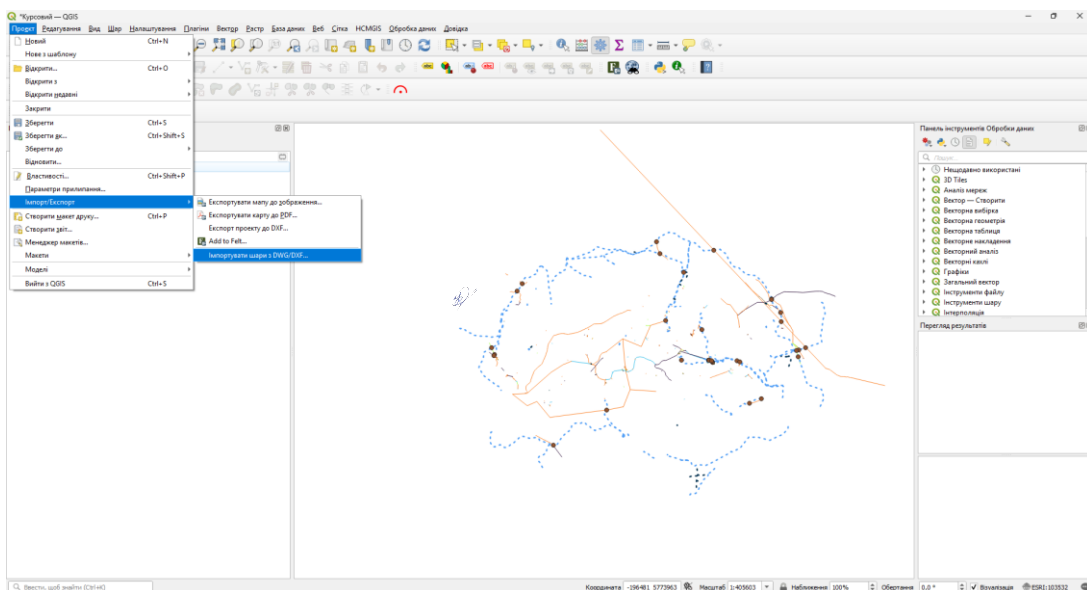


Рисунок 2.2 – Ілюстрація імпорту даних DXF-формату в QGIS

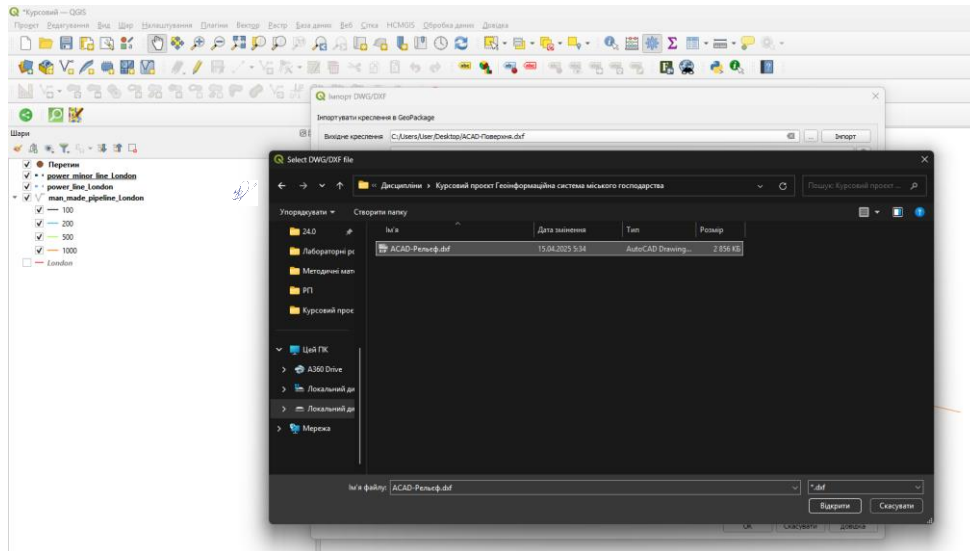


Рисунок 2.3 – Ілюстрація імпорту даних DXF-формату в QGIS

У вікні налаштувань (рис. 2.4) можна обрати такі параметри:

- просторову прив'язку (координатну систему, наприклад EPSG: 4326 або EPSG: 5561 тощо);
- шари, які потрібно імпортувати (наприклад, тільки електромережі або водопостачання);
- параметри відображення стилів ліній та полігонів.

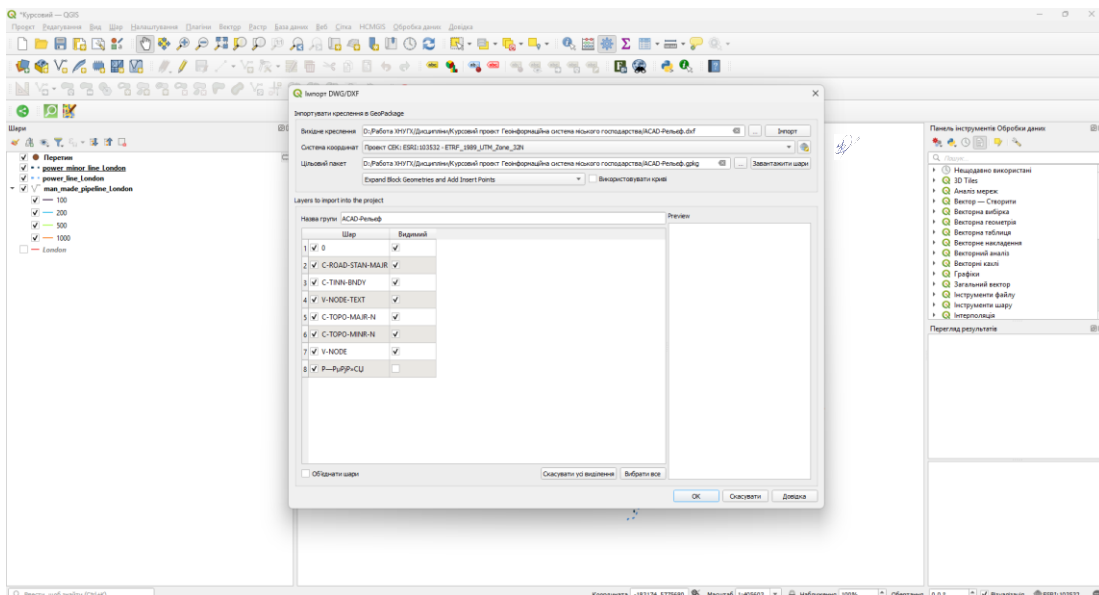


Рисунок 2.4 – Налаштування імпорту

Після натискання кнопки «Імпорт», шар із даними DXF успішно додається до карти (рис. 2.5).

Після імпорту дані можуть бути збережені у форматі GeoPackage або інтегровані в існуючу базу геоданих, де кожен тип мережі (водопровід, електромережі, каналізація тощо) зберігається в окремому шарі. Надалі ці дані можна буде використовувати для аналізу, просторових запитів та побудови схем.

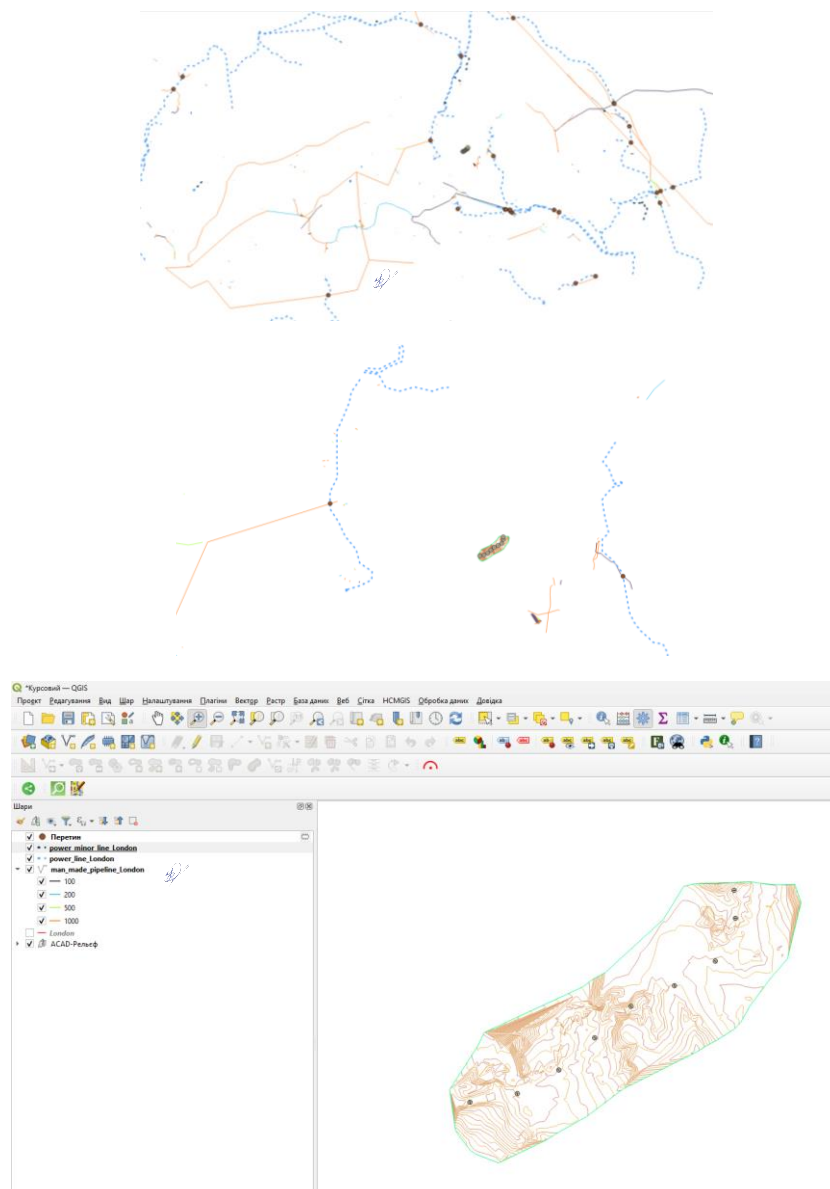


Рисунок 2.5 – Ілюстрація результату імпорту даних формату DXF до середовища QGIS

Імпортовані дані можуть бути збережені у форматі GeoPackage або інтегровані в існуючу базу геоданих, де кожен тип мережі (водопровід, електромережі, каналізація тощо) зберігається в окремому шарі. Надалі ці дані можна буде використовувати для аналізу, просторових запитів та побудови схем.

2.2 Цифрова векторизація інженерних мереж

Під час роботи з інженерними мережами зазвичай необхідно працювати з растровими матеріалами. Щоб їх перевести у векторний формат даних, необхідно виконати векторизацію. Цю операцію найчастіше на сьогодні виконують вручну. Але існують спеціальні плагіни, які дозволяють з достатньою точністю виконувати векторизацію у напівавтоматичному режимі.

Перший плагін, який необхідно розглянути – Raster Tracer. Плагін працює у напівавтоматичному режимі й використовується для трасування ліній безпосередньо за растровим зображенням.

Спочатку завантажується растровий шар, наприклад, відсканована карта чи план. Далі створюється новий векторний шар (лінійний), у який будуть записуватися результати трасування. Після цього активується інструмент плагіну Raster Tracer. Користувач обирає дві точки на растрі – початок та кінець бажаної лінії. Алгоритм аналізує пікселі між цими точками і намагається відтворити лінію, яка там простежується, будуючи векторний сегмент.

Отриманий вектор одразу записується у робочий шар. У разі потреби процедуру повторюють для інших ліній, які треба оцифрувати. Коли робота завершена, векторний шар зберігають у потрібному форматі (рис. 2.6, 2.7, 2.8).

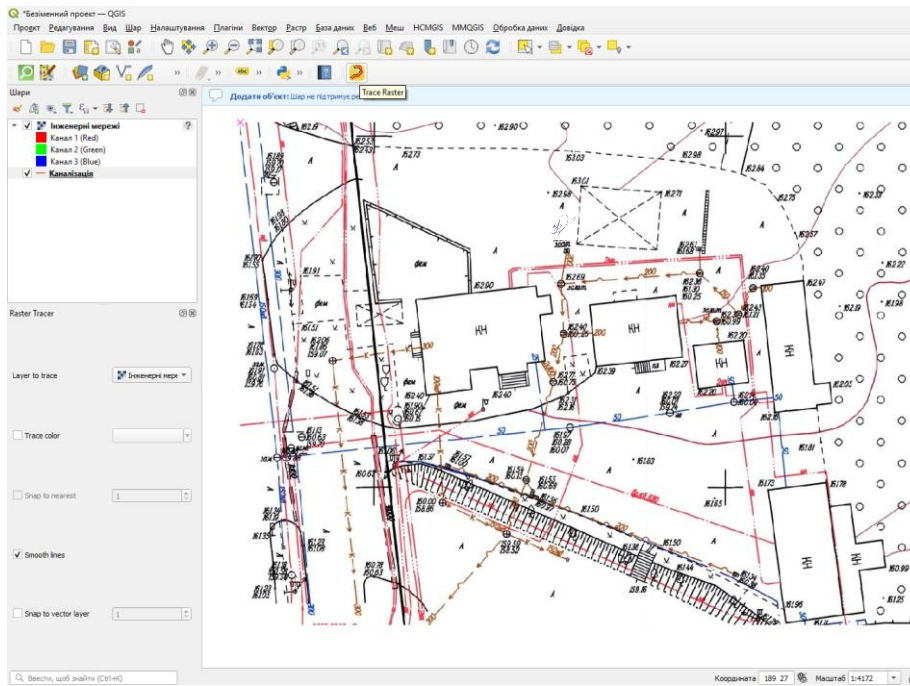


Рисунок 2.6 – Ілюстрація початку роботи з плагіном Raster Tracer

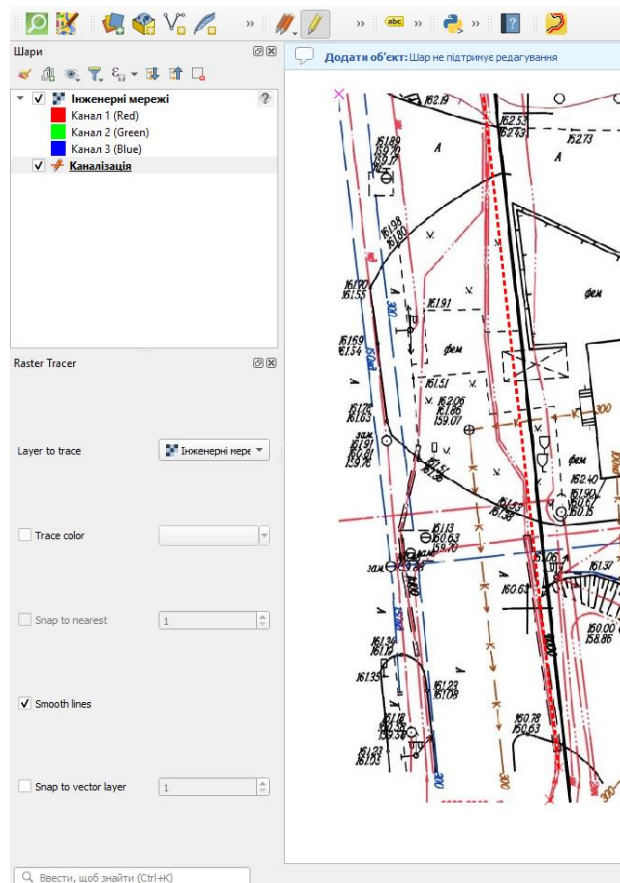


Рисунок 2.7 – Ілюстрація фіксації двох точок для напівавтоматичної векторизації з плагіном Raster Tracer

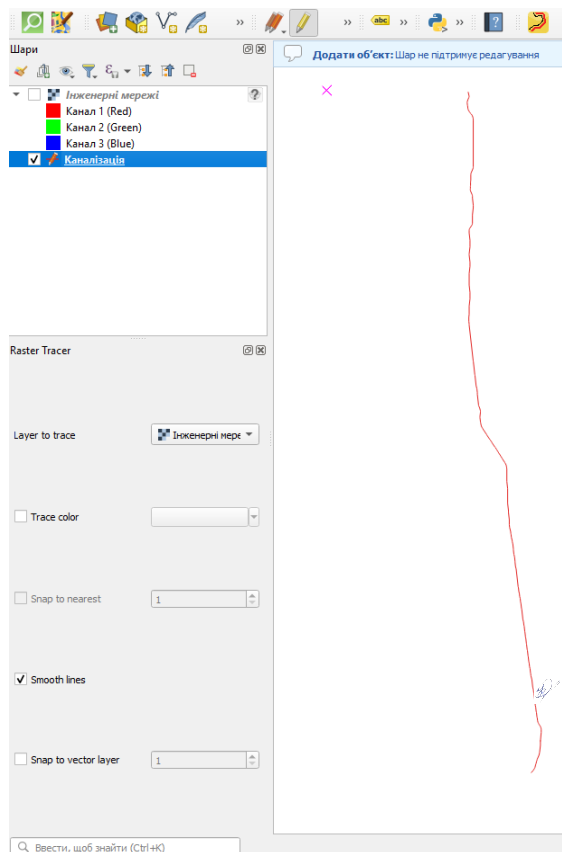


Рисунок 2.8 – Ілюстрація результатів векторизації з плагіном Raster Tracer

Другий плагін, який необхідно розглянути, – Bunting Labs AI Vectorizer. Плагін створений для того, щоб значно пришвидшити процес оцифрування растрових карт. Його принцип роботи полягає у напівавтоматичному трасуванні ліній або контурів за допомогою штучного інтелекту. Користувач не малює вручну кожен сегмент, а лише задає напрямок, після чого алгоритм підхоплює лінію та продовжує її у потрібному напрямку.

Для початку необхідно встановити плагін через менеджер розширень QGIS та активувати його, підключивши через меню «Вид» – «Панелі інструментів» – «Панель плагінів». Після цього створюється або відкривається векторний шар у режимі редагування, у який будуть записуватися результати трасування. Коли плагін увімкнено, на растрове зображення потрібно натиснути двічі: перший раз на початку лінії, другий – трохи далі, щоб показати системі напрямок. Далі користувач просто веде курсор уздовж бажаного

контуру, а алгоритм автоматично підтягує лінію, формуючи вектор. Якщо штучний інтелект помиляється, можна втрутитися вручну, обмеживши його рух і скоригувавши трасування. Завершення сегмента фіксується правою кнопкою миші, після чого лінія записується у векторний шар (рис. 2.9–2.11).

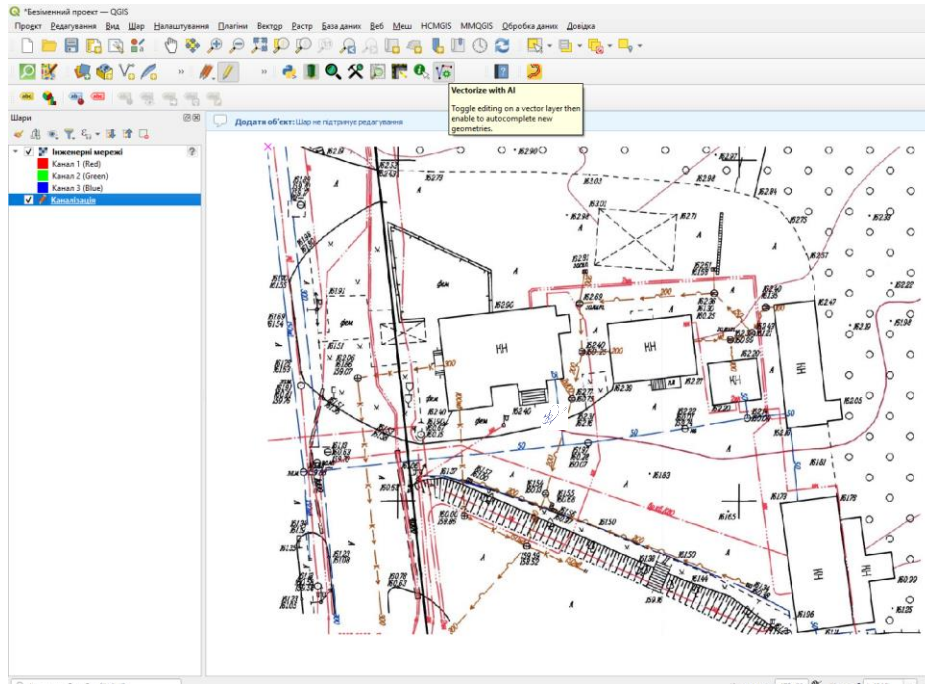


Рисунок 2.9 – Ілюстрація початку роботи з плагіном Bunting Labs AI Vectorizer

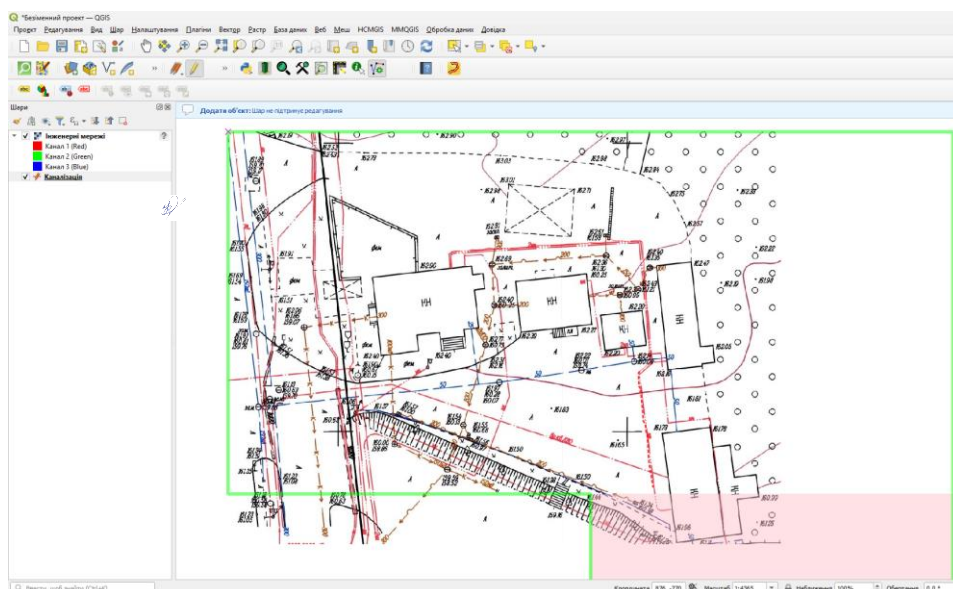


Рисунок 2.10 – Ілюстрація процесу векторизації з плагіном Bunting Labs AI

Vectorizer

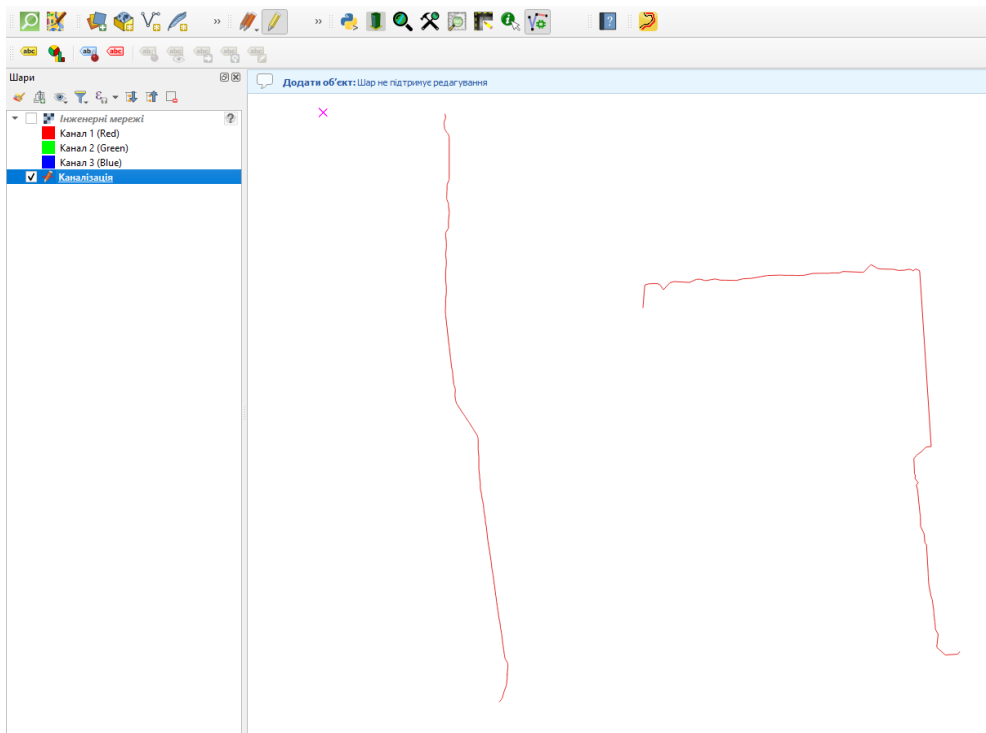


Рисунок 2.11 – Результат векторизації

Для вирівнювання відвекторизованих інженерних мереж у QGIS використовується інструмент «Спрощення геометрії», який дозволяє зменшити кількість вузлів у лініях і одночасно зробити їх більш прямими та плавними, не змінюючи загальної форми. Це особливо корисно після напівавтоматичного трасування, коли лінії можуть бути «зубчастими» або містити зайві криві через шум на растровому зображенні (рис. 2.12–2.14).

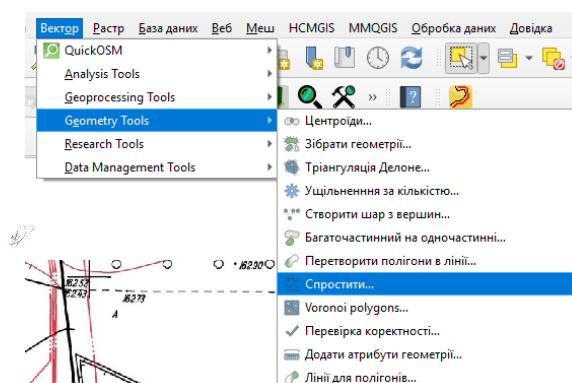


Рисунок 2.12 – Ілюстрація розташування інструмента «Спрощення геометрії»

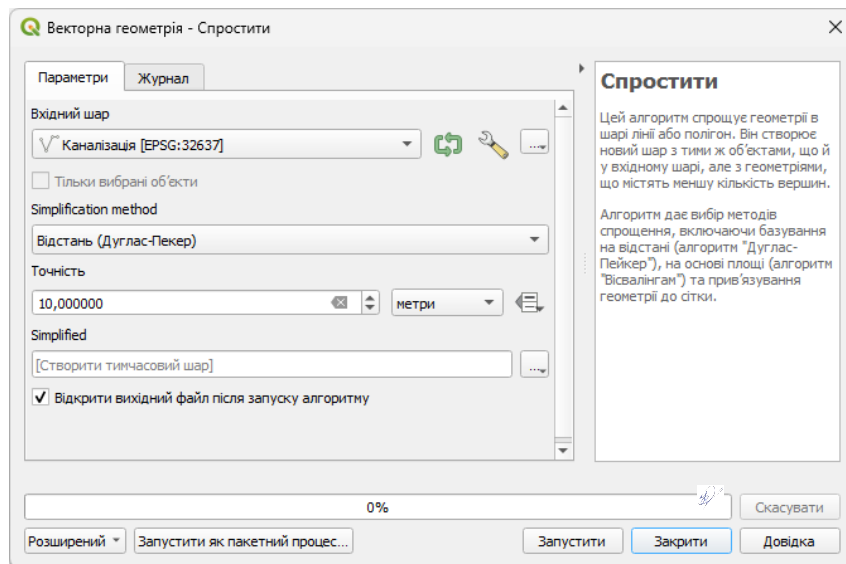


Рисунок 2.13 – Ілюстрація вікна «Спрощення геометрії»

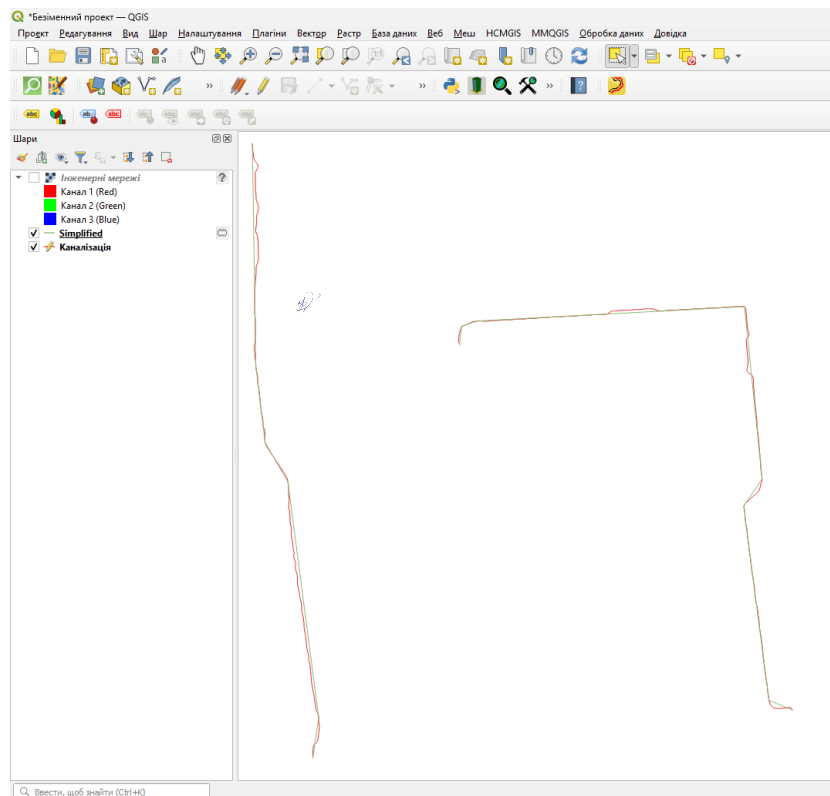


Рисунок 2.14 – Ілюстрація результату спрощення геометрії

Результатом векторизації повинні стати елементи інженерних мереж, які доповнюють існуючу мережу.

2.3 Геокодування мереж і прив'язка до міських об'єктів

Для просторової ідентифікації та аналітичного зв'язку інженерних мереж із міською інфраструктурою необхідно виконати геокодування – процес перетворення адресних даних на координати з подальшою побудовою точкових об'єктів. Цей етап дозволяє прив'язати інженерні мережі до реальних об'єктів на території міста (будівель, вулиць, ділянок тощо).

Для геокодування треба підготувати таблицю з адресними даними у форматі CSV, яка містить назви вулиць, номери будинків та райони. Адресні дані можна отримати з відкритих джерел: URL: OpenStreetMap, URL: <https://openaddresses.io/> тощо (рис. 2.15, 2.16).

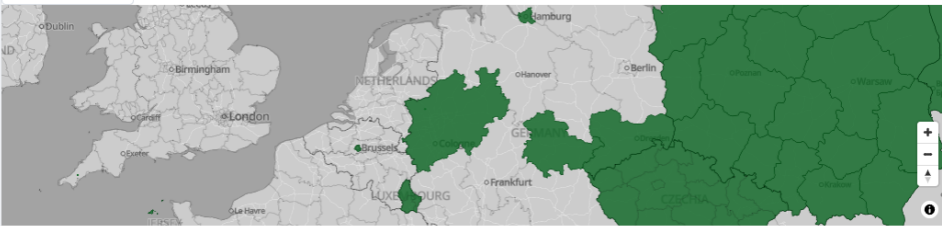
шукайте символи вище в джерелах даних, щоб завантажити нові шары

Коллекції даних

ІМ'Я	ОБНОВЛЕНО	РОЗМІР	
Південь США	2025-06-01	11,07 ГБ	↓
Північний схід США	2025-06-01	1,86 ГБ	↓
Глобального	2025-06-02	43,37 ГБ	↓
Канада	2025-06-02	1,56 ГБ	↓
Середній Захід США	2025-06-02	4,10 ГБ	↓
Захід США	2025-06-02	7,96 ГБ	↓

Індивідуальні джерела

Очистити фільтр



> de/вiн/загальнодержавний

> de/nw/city_of_wuppertal

> de/Північний Захід/Загальнодержавний

Рисунок 2.15 – Ілюстрація ресурсу (URL: <https://openaddresses.io/>)

	A	B	C	D	E
1	area,area_km2,population				
2	Barking and Dagenham,36.09,218534				
3	Barnet,86.74,388639				
4	Bexley,60.56,246543				
5	Brent,43.24,338918				
6	Bromley,150.15,329830				
7	Camden,21.8,210390				
8	Croydon,86.52,390506				
9	Ealing,55.53,366127				
10	Enfield,80.84,329601				
11	Greenwich,47.35,289254				
12	Hackney,19.06,259956				
13	Hammersmith and Fulham,16.4,183295				
14	Haringey,29.59,264130				
15	Harrow,50.47,260987				
16	Havering,112.27,262022				
17	Hillingdon,115.7,304792				
18	Hounslow,55.99,287940				
19	Islington,14.86,216767				
20	Kensington and Chelsea,12.13,143940				
21	Kingston upon Thames,37.25,167845				
22	Lambeth,26.82,317498				
23	Lewisham,35.15,299810				
24	Merton,37.61,215324				
25	Newham,36.22,350626				
26	Redbridge,56.41,309836				
27	Richmond upon Thames,57.41,195232				
28	Southwark,28.85,306374				
29	Sutton,43.85,209517				
30	Tower Hamlets,19.77,312273				
31	Waltham Forest,38.82,278050				
32	Wandsworth,34.26,328367				
33	Westminster,21.48,205087				
34	City of London,2.9,8618				
35					

Рисунок 2.16 – Ілюстрація адресних даних у таблиці для збереження в форматі даних CSV

Для реалізації геокодування у QGIS встановлюється плагін MMQGIS, який забезпечує роботу з таблицями адрес та їхнє перетворення на координати (рис. 2.17–2.19).

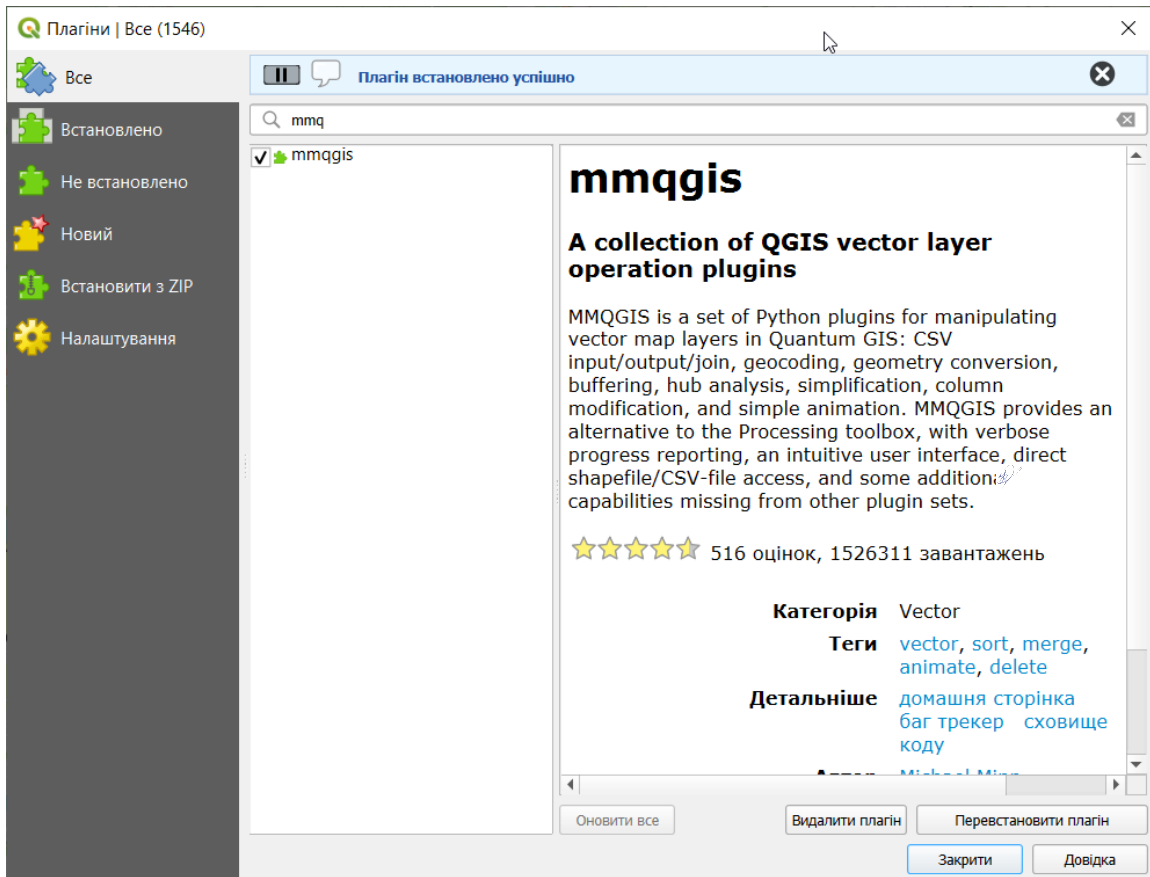


Рисунок 2.17 – Ілюстрація встановлення додаткового плагіну

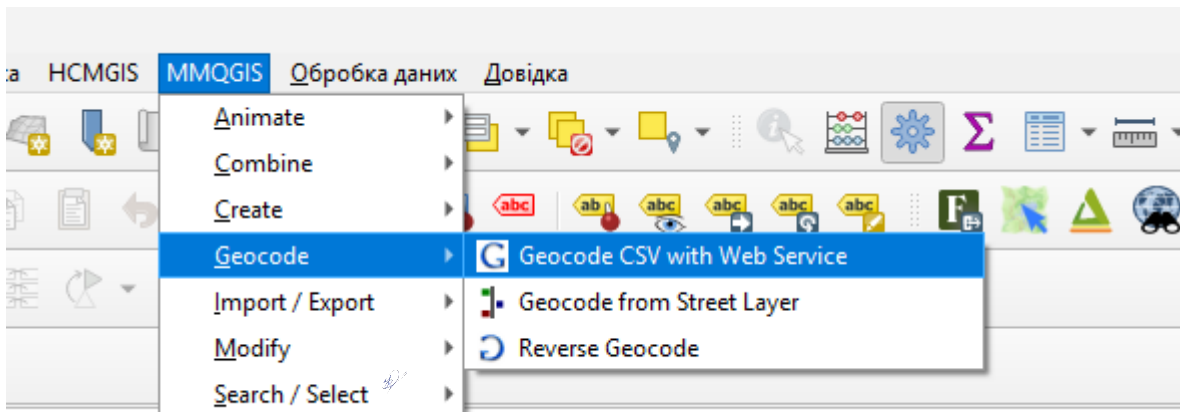


Рисунок 2.18 – Ілюстрація меню плагіну MMQGIS

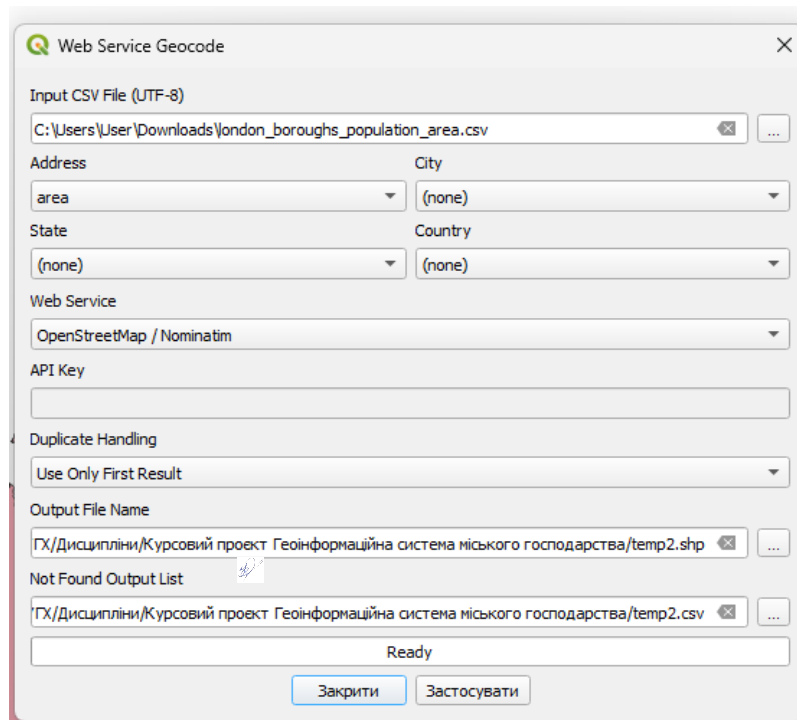


Рисунок 2.19 – Вікно геокодування плагіну MMQGIS

Після активації плагіну, обирається файл адресних даних (CSV) для обробки. У результаті геокодування формується новий точковий шар, у якому кожна точка відповідає конкретній адресі (рис. 2.20).

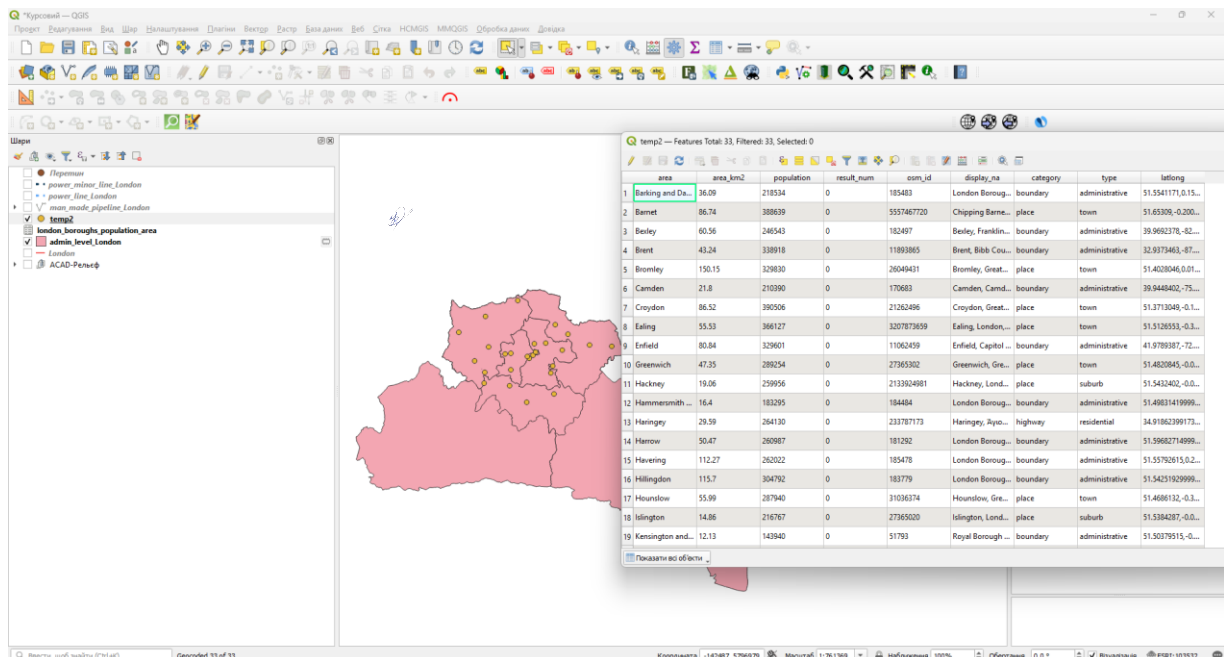


Рисунок 2.20 – Ілюстрація створеного точкового шару з атрибутивними даними

Ці дані можуть бути прив'язані до інженерних мереж через просторові зв'язки або додаткові атрибути, що забезпечує детальний аналіз стану мереж у контексті забудови міста.

У результаті виконаного геокодування формується точковий шар, який відображає розташування вказаних адрес. До кожного об'єкта додані атрибутивні дані з CSV-файлу, а також координати, отримані з вибраного вебсервісу просторових даних, що забезпечило точну прив'язку до місцевості та підвищило інформативність бази геоданих.

2.4 Аналіз точності та корекція помилок у геопросторових даних

Проведення перевірки точності та виявлення можливих помилок у геопросторових даних, що стосуються інженерних мереж. Перевірка здійснювалась на основі просторового аналізу топології та геометрії об'єктів у середовищі QGIS.

Спочатку виконують перевірку коректності лінійних об'єктів, яка дозволяє визначити наявність геометричних похибок, таких як самоперетини, розриви, неправильні вузли (рис. 2.21). Для цього використовувався відповідний інструмент у QGIS, який формує тимчасовий шар із виявленими помилками.

Після виявлення помилок застосовується інструмент «Виправлення геометрії», який автоматично усуває типові помилки в межах допустимих параметрів. Якщо система не виявляє критичних помилок або всі об'єкти відповідають просторовим вимогам, то виправлення не проводиться (рис. 2.22, 2.23).

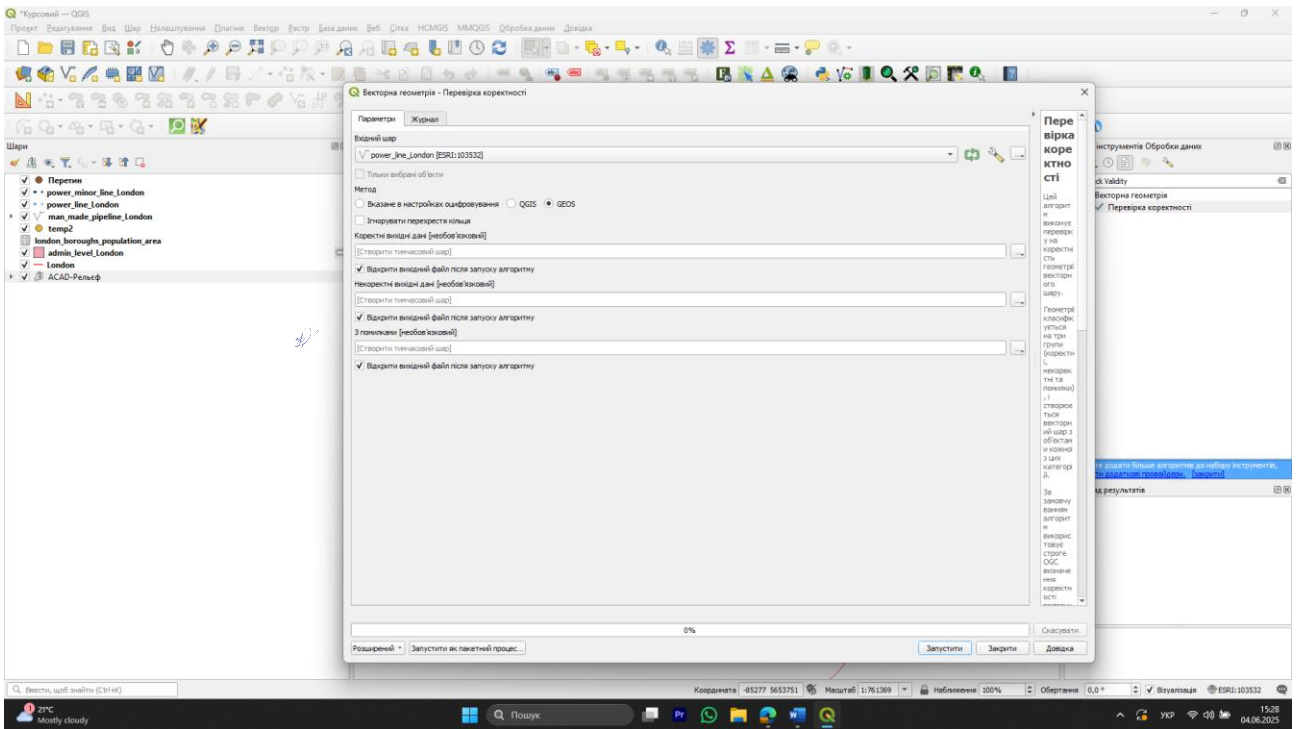


Рисунок 2.21 – Ілюстрація перевірки коректності векторної геометрії

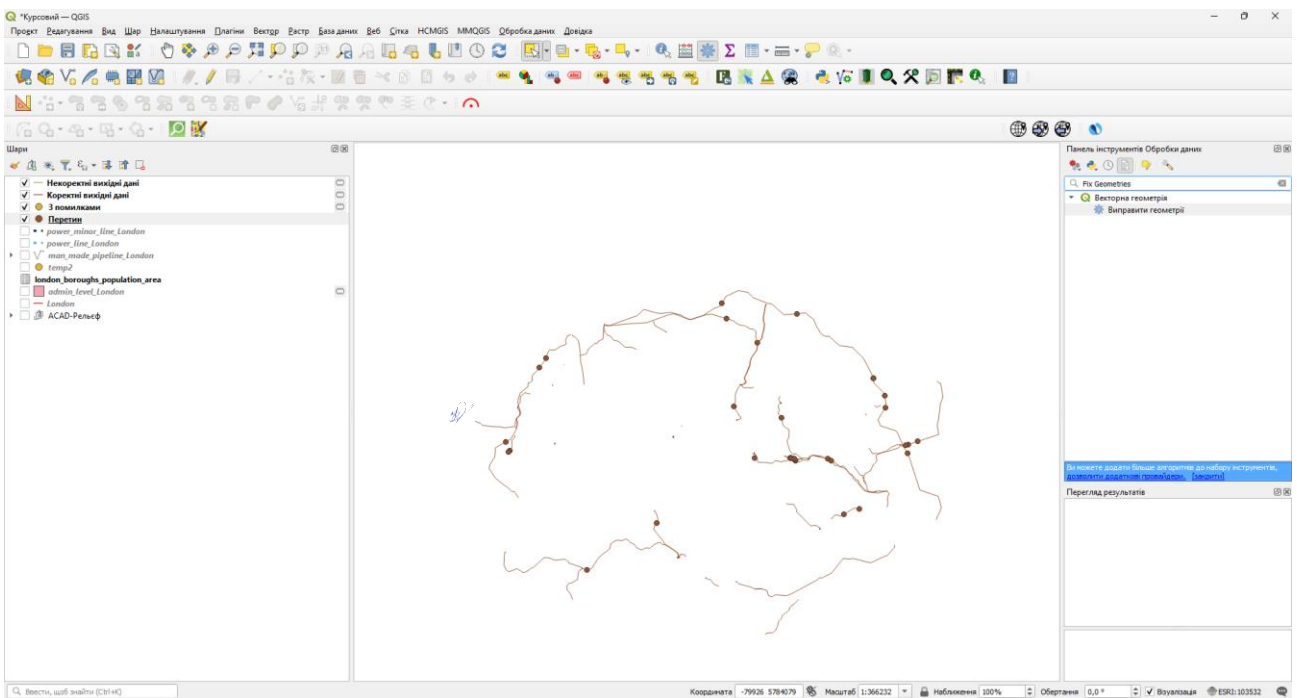


Рисунок 2.22 – Ілюстрація результату перевірки геометрії

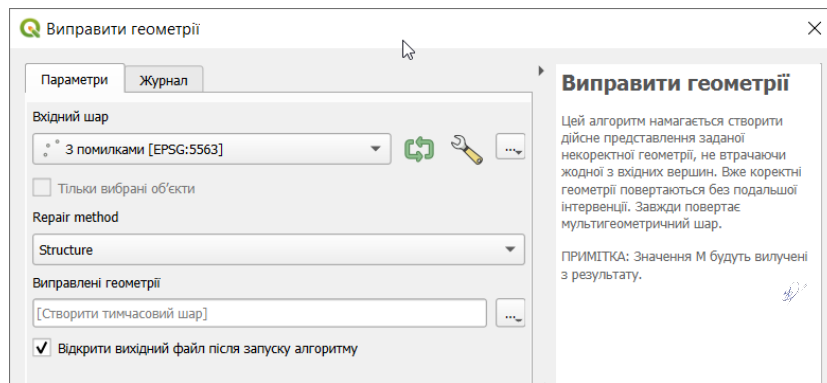


Рисунок 2.23 – Ілюстрація вікна інструмента «Виправлення помилок»

Проведений аналіз дозволить виявити та усунути геометричні й топологічні помилки у даних інженерних мереж, що суттєво підвищить їхню якість і достовірність. Завдяки використанню автоматичних інструментів перевірки та корекції.

Контрольні запитання

1. Яке значення має формування геопросторових даних інженерних мереж у міських ГІС? Які основні джерела даних використовуються на цьому етапі та чому важлива інтеграція різномірної інформації?
2. Опишіть процес імпорту даних у форматі DXF із середовища AutoCAD до QGIS. Які параметри налаштувань імпорту необхідно враховувати і чому?
3. Поясніть сутність процесу цифрової векторизації інженерних мереж. Які інструменти та плагіни QGIS дозволяють виконувати цю операцію вручну та напівавтоматично? Наведіть приклади їхнього застосування.
4. У чому полягає робота плагінів Raster Tracer та Bunting Labs AI Vectorizer? Які переваги та обмеження має кожен із них у процесі оцифрування інженерних мереж?
5. Що таке геокодування і яку роль воно відіграє у прив'язці інженерних мереж до міських об'єктів? Які дані потрібні для його реалізації та

як у цьому допомагає плагін MMQGIS?

6. Які типові помилки можуть виникати у геопросторових даних інженерних мереж? Як у середовищі QGIS здійснюється перевірка їхньої точності та виправлення?

7. Чому аналіз точності та корекція помилок у геопросторових даних вважаються критично важливим етапом? Які наслідки може мати використання некоректних даних у подальшому управлінні інженерною інфраструктурою?

3 МОДЕЛЮВАННЯ ЗОН ОБМЕЖЕНЬ У ВИКОРИСТАННІ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Моделювання зон обмежень у використанні земель населеного пункту є важливим етапом у процесі просторового планування та управління територіями. Обмеження у землекористуванні виникають у зв'язку з наявністю інженерних мереж, транспортних артерій, об'єктів інфраструктури, природоохоронних територій та інших елементів, які потребують дотримання визначених законодавством і нормативами відстаней. В умовах сучасного містобудування одним із найбільш ефективних інструментів визначення таких територій є використання геоінформаційних технологій, що дозволяють будувати буферні зони, створювати просторові моделі охоронних територій та аналізувати їх взаємодію з існуючою забудовою.

Буферні зони навколо інженерних мереж та об'єктів комунальної інфраструктури формуються з урахуванням технічних і безпекових вимог, що забезпечує захист мереж від можливих пошкоджень та гарантує безпечні умови проживання населення. Подібні підходи застосовуються і для інших об'єктів, таких як транспортні шляхи, джерела водопостачання, санітарно-захисні території соціальної інфраструктури. Всі ці моделі інтегруються у єдину систему просторового планування, де кожна зона обмежень відображає конкретні вимоги до використання земельних ділянок.

Важливим аспектом є аналіз перетинів зон обмежень з існуючою чи перспективною забудовою, адже саме на цьому етапі виявляються конфлікти між умовами експлуатації об'єктів і планами використання території. Такий аналіз дозволяє ухвалювати обґрунтовані рішення щодо змін у містобудівній документації, коригування функціонального призначення земельних ділянок чи встановлення додаткових регламентів використання територій.

Завершальним елементом процесу моделювання є картографічна візуалізація зон обмежень. Вона здійснюється у вигляді тематичних карт або

цифрових планів, що інтегруються у кадастрові системи та схеми планування території. Наявність таких матеріалів забезпечує прозорість ухвалення управлінських рішень, сприяє узгодженню інтересів органів місцевого самоврядування, забудовників і громади та є основою для сталого розвитку населеного пункту.

3.1 Створення буферних зон для інженерних мереж

Одним з інструментів аналізу лінійних споруд у ГІС є інструмент «Буфер». Локація інструмента наведена на рисунку 3.1. Результат створення пробного буфера наведено на рисунку 3.2.

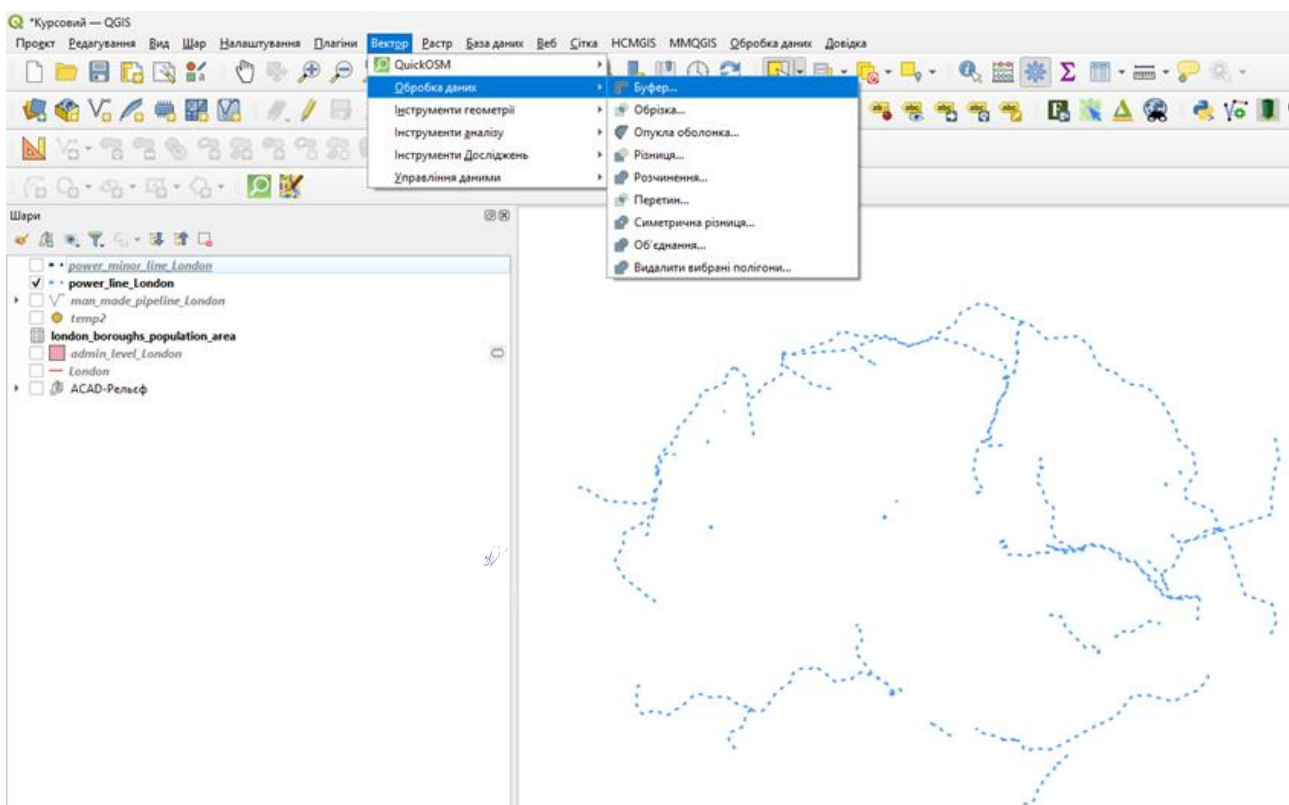


Рисунок 3.1 – Ілюстрація локалізації інструмента «Буфер»

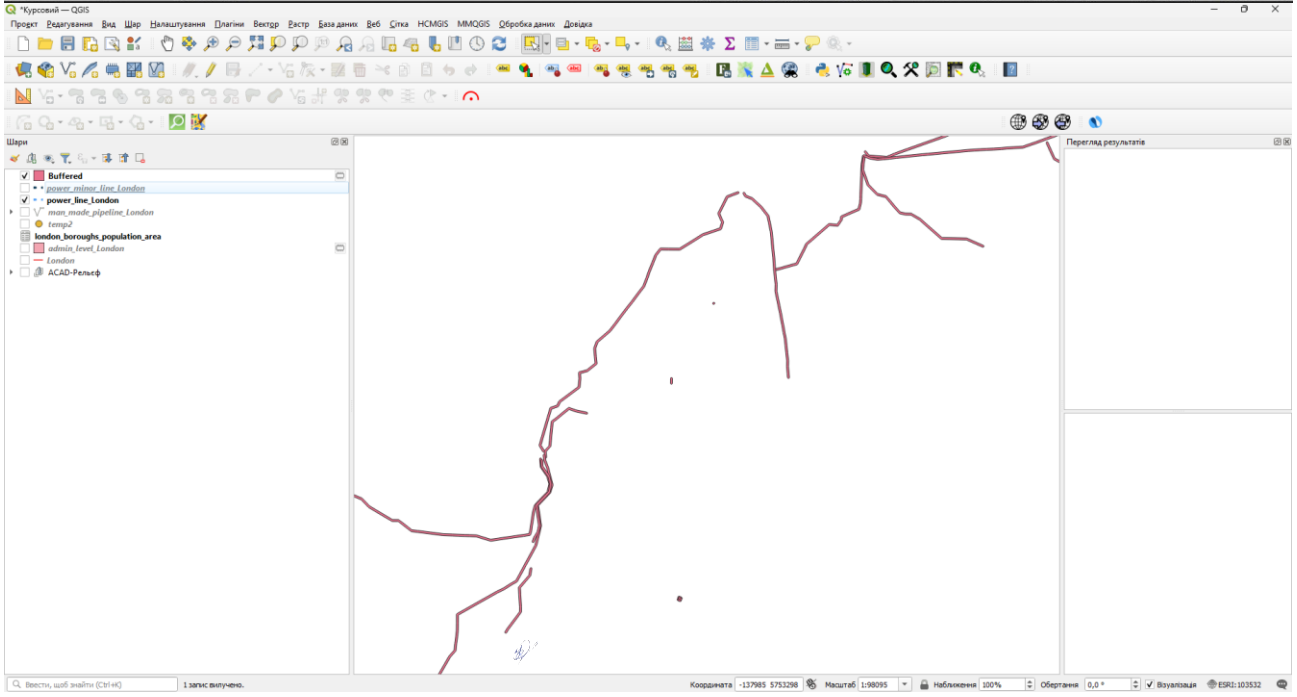
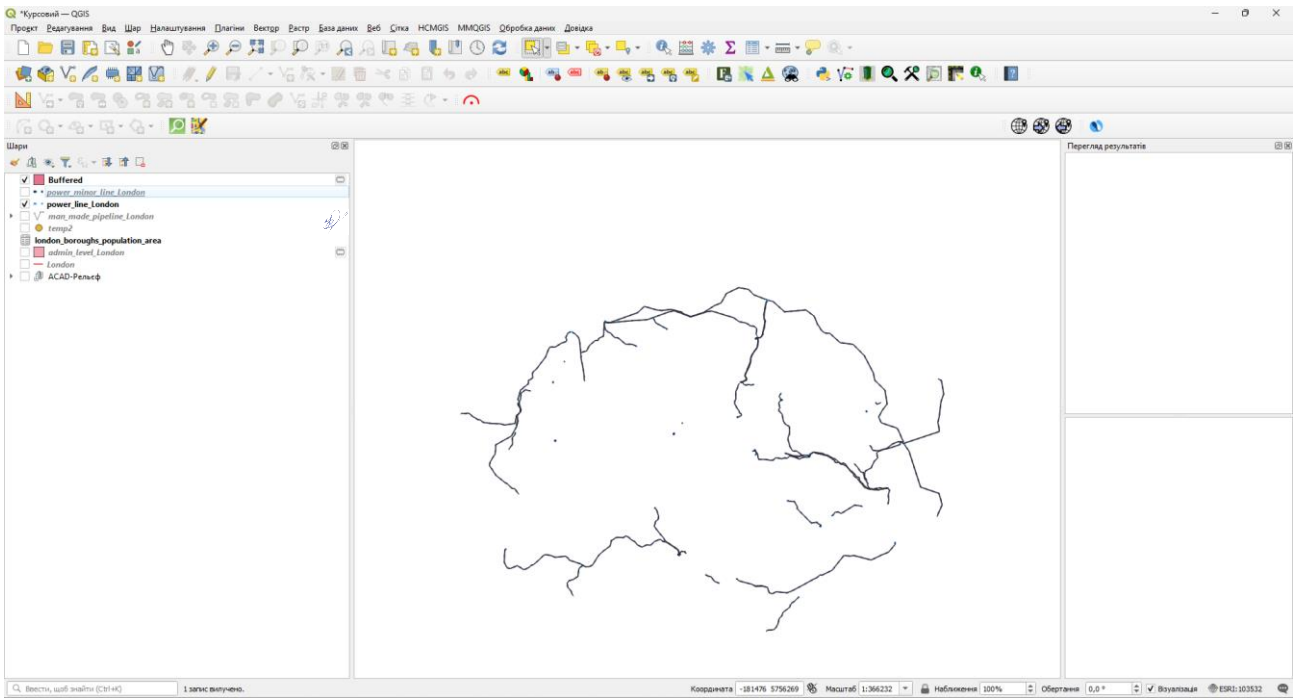


Рисунок 3.2 – Ілюстрація отриманого буфера ЛЕП

3.2 Моделювання зон обмежень для різних об'єктів інфраструктури

Моделювання зон обмежень для різних об'єктів інфраструктури потребує вивчення додаткових матеріалів та застосування додаткових функцій інструмента «Буфер».

Згідно з законодавчими актами України у сфері регулювання обмежень, а саме Постановою КМУ «Про затвердження Правил охорони електричних мереж» від 27 грудня 2022 р. № 1455, для електричних мереж встановлюються охоронні зони у вигляді земельної ділянки та повітряного простору, обмежених вертикальними площинами, що віддалені по обидва боки лінії від крайніх проводів, розмір яких залежить від напруги:

- 2 метри – до 1 кВ;
- 10 метрів – 3–20 кВ;
- 15 метрів – 35 кВ;
- 20 метрів – 110 кВ;
- 25 метрів – 150 кВ, 220 кВ;
- 30 метрів – 330 кВ, 400 кВ, 500 кВ;
- 40 метрів – 750 кВ.

У налаштуваннях інструмента «Буфер» необхідно підключитися до поля «Відстань» – функція «Конструктор виразів», пункт меню «Редагувати» (рис. 3.3, 3.4), який розділяє лінії ЛЕП за напругою, і для кожного виду виставити буфер різного розміру.

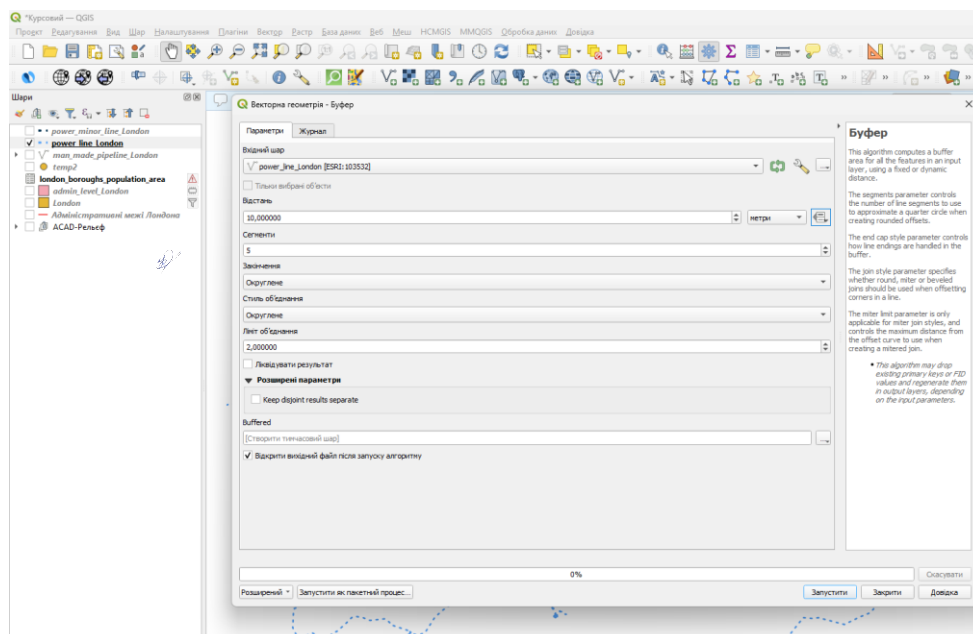


Рисунок 3.3 – Ілюстрація поля «Відстань» інструмента «Буфер»

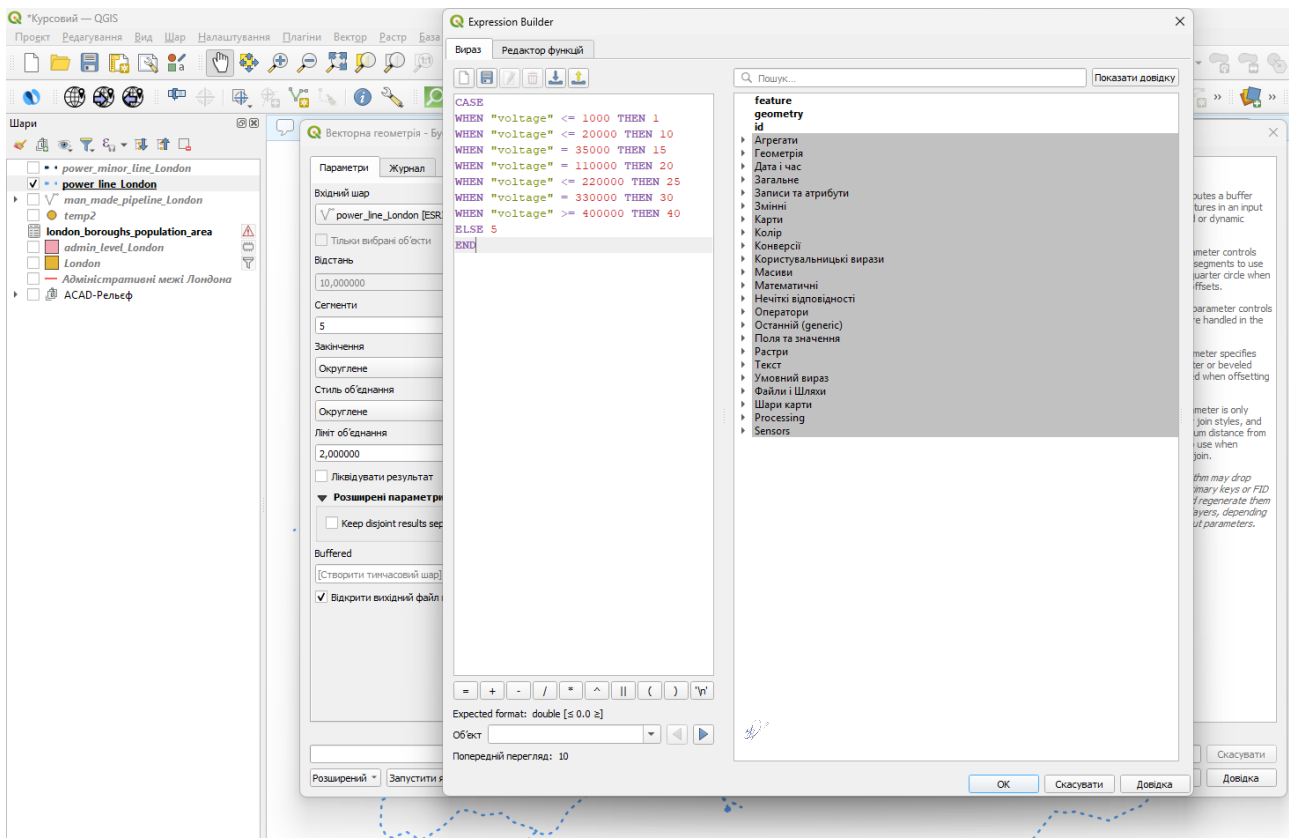


Рисунок 3.4 – Ілюстрація функції «Конструктор виразів» інструмента «Буфер»

Створення буфера з додатковими параметрами на прикладі зони обмежень для ЛЕП за параметром «voltage» відображено у робочій області функції «Конструктор виразів». Функція повинна виконати алгоритм, розроблений здобувачем наступного зразка:

- CASE;
- WHEN «voltage» <= 1 000 THEN 1;
- WHEN «voltage» <= 20 000 THEN 10;
- WHEN «voltage» = 35 000 THEN 15;
- WHEN «voltage» = 110 000 THEN 20;
- WHEN «voltage» <= 220 000 THEN 25;
- WHEN «voltage» = 330 000 THEN 30;
- WHEN «voltage» >= 400 000 THEN 40;
- ELSE 5;
- END.

Результатом виконання алгоритму створення буферів за різними параметрами, різної товщини, отриманий буфер перейменувати та зберегти (рис. 3.5).

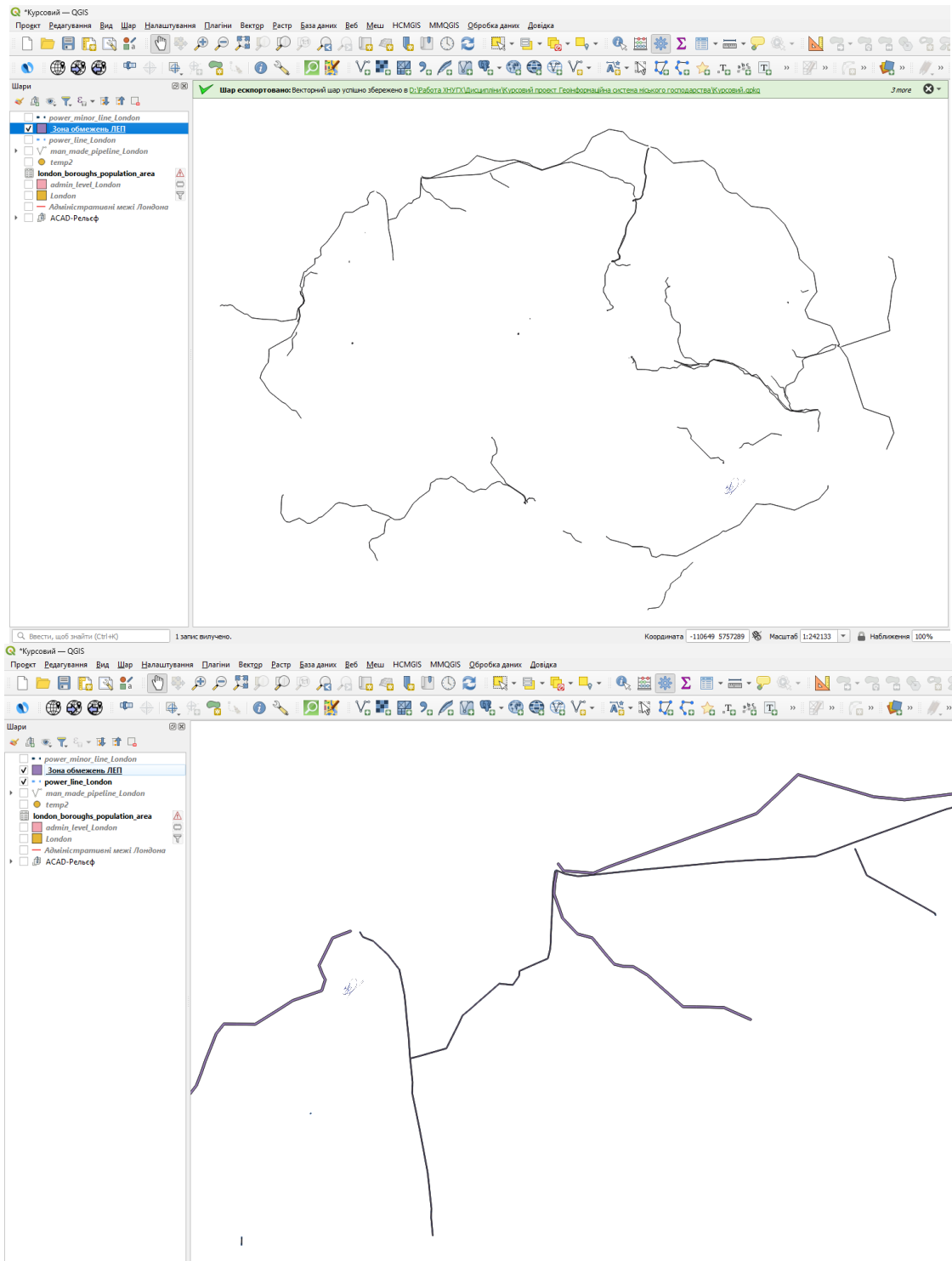


Рисунок 3.5 – Ілюстрація векторного шару зон обмеження ЛЕП

Залежно від напруження зона обмеження кожної ЛЕП має різну ширину. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання зовнішні мережі та споруди встановлює, що ширину санітарно-захисної смуги водоводів та водопровідних мереж, які проходять по незабудованій території, потрібно обирати (від крайніх ліній) у разі прокладання в сухих ґрунтах та з умовним діаметром до 1 000 мм включно – не менше ніж 10 м, а за більшого діаметра – не менше ніж 20 м. Для створення зон використовується принцип, як і для охоронних зон ЛЕП. У інструменті «Буфер» формується алгоритм, який задає для різних за діаметром видів трубопроводів водопостачання і водовідведення різні показники відступу (рис. 3.6–3.8).

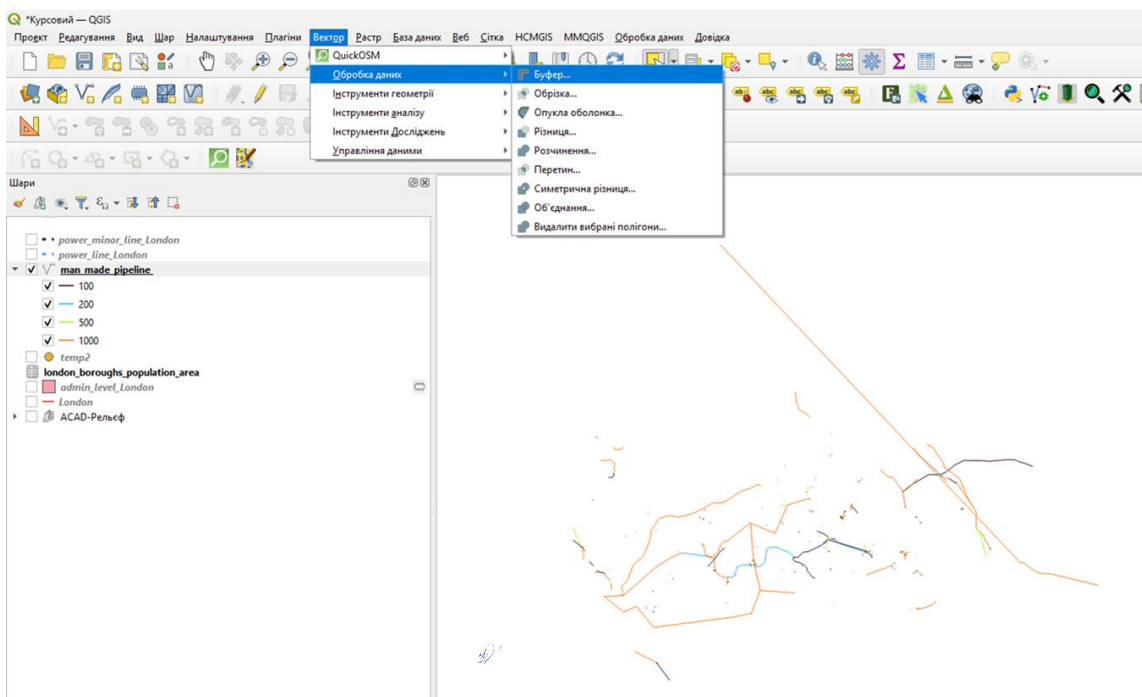


Рисунок 3.6 – Ілюстрація створення зони навколо трубопроводів № 1

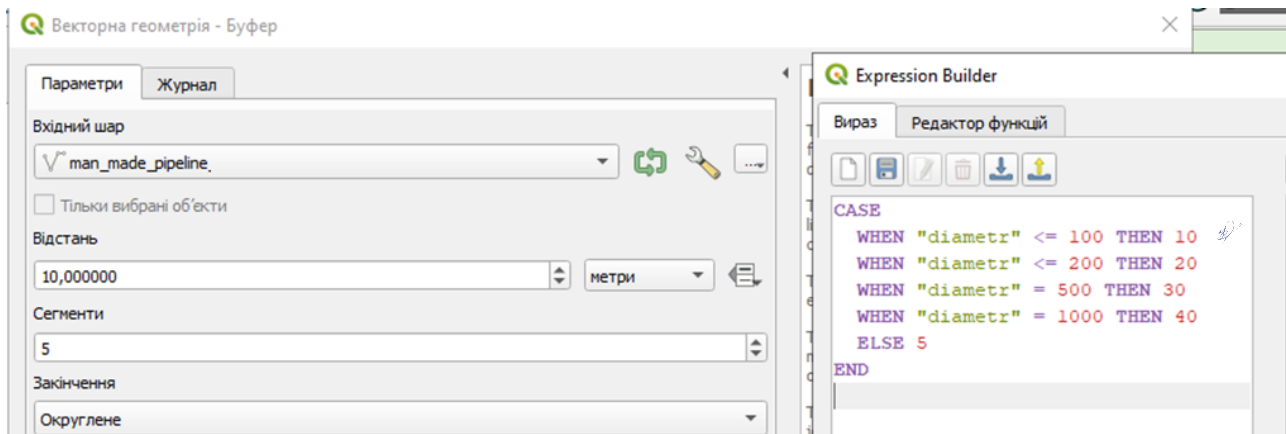


Рисунок 3.7 – Ілюстрація створення зони навколо трубопроводів № 2

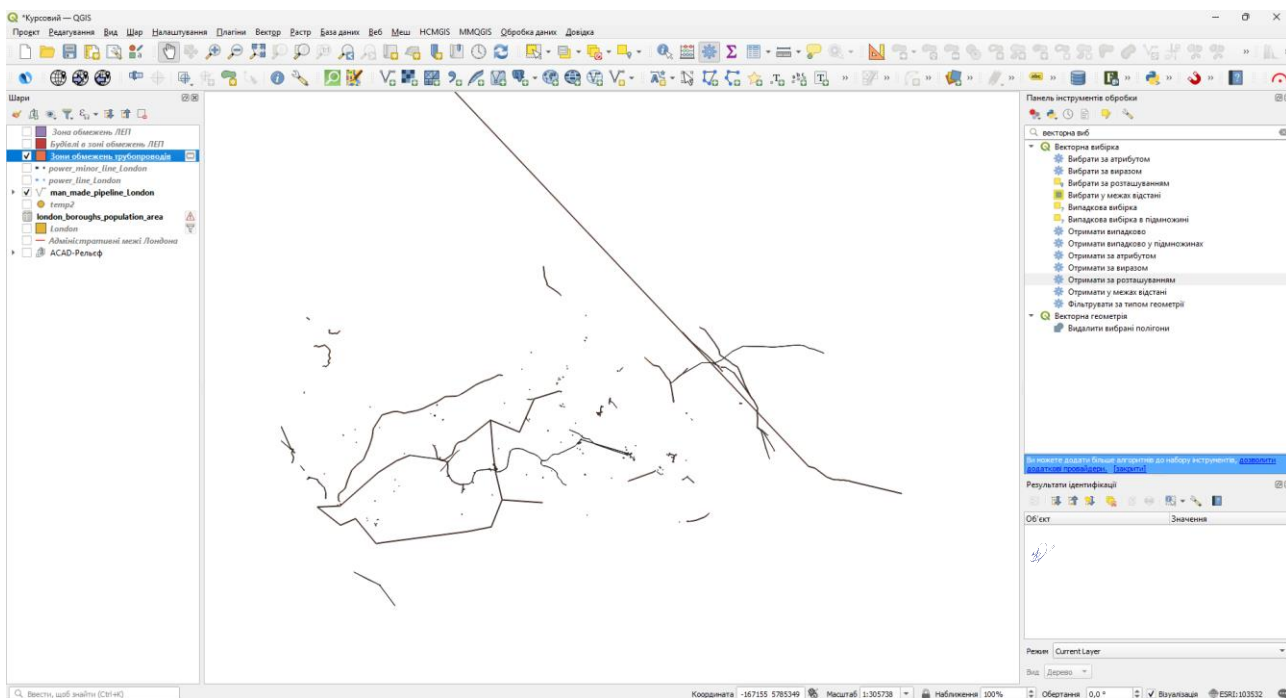


Рисунок 3.8 – Ілюстрація частини отриманих зон навколо трубопроводів

У результаті створення зон навколо трубопроводів отримано різні за розміром зони обмежень, які можуть бути характеристикою для проведення будь-яких земельних робіт для забезпечення цілісності інженерних мереж.

Для встановлення санітарно-захисної зони від промислових комплексів можна використати класифікацію підприємств за класами (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 – Ілюстрація санітарно-захисної зони промислового комплексу

Для територій, що знаходяться під впливом обмеження можна провести аналіз перетинів шарів за допомогою інструмента «Перетин» (рис. 3.12).

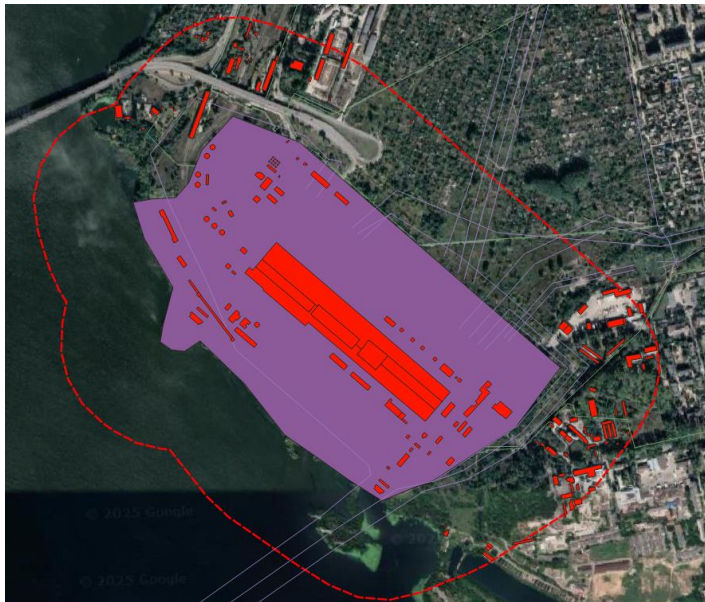


Рисунок 3.12 – Ілюстрація споруд у зоні обмеження

У результаті створюються зони, які мають обмеження для діяльності людини в межах її дії та визначаються об'єкти, які підпадають під ці обмеження.

3.4 Аналіз перетинів зон обмежень із міською забудовою

Стаття 32 закону України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» встановлює, що в охоронних зонах кабельних ліній електропередачі власникам і користувачам земельних ділянок, фізичним і юридичним особам забороняється: саджати дерева та кущі; зводити будинки, споруди будь-якого призначення. Будівельні, ремонтні, земляні, геологорозвідувальні, бурові, вибухові, гірничі, землечерпальні та днопоглиблювальні роботи на земельних ділянках, розташованих у спеціальних зонах об'єктів енергетики, проводяться за погодженням із підприємствами, що експлуатують ці об'єкти.

Фізичні та юридичні особи, які отримали дозвіл на проведення робіт на земельних ділянках, розташованих у спеціальних зонах об'єктів енергетики, зобов'язані виконувати їх з дотриманням умов, які забезпечують збереження зазначених об'єктів, та дотриманням правового режиму цих земель.

Для виявлення споруд, на які впливають обмеження, встановлені навколо ЛЕП, необхідно отримати шари будівель міста. Їх можна отримати за допомогою плагіну «QuickOSM», що дозволяє створювати запити до бази «OpenStreetMap» (рис. 3.13).

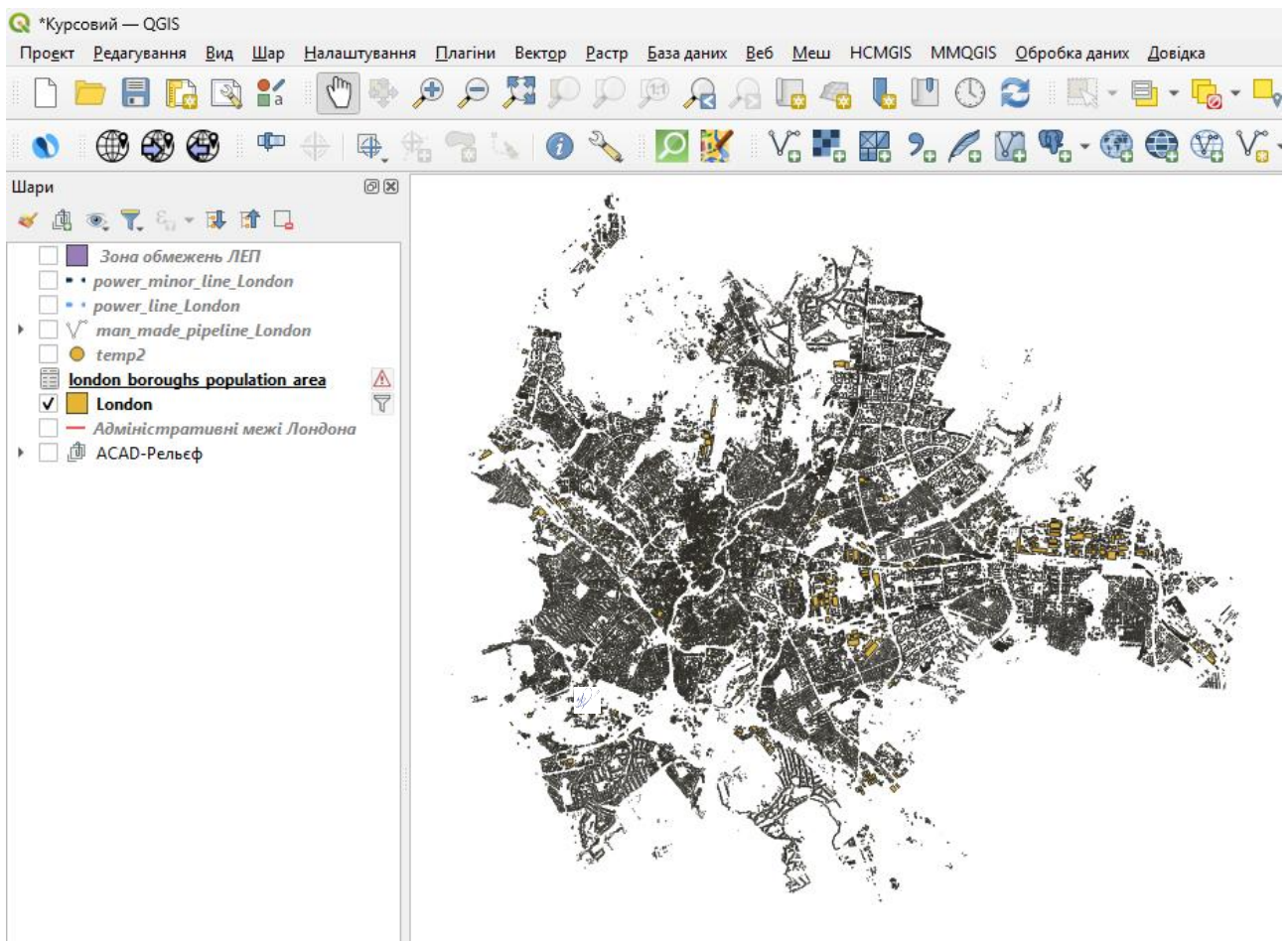
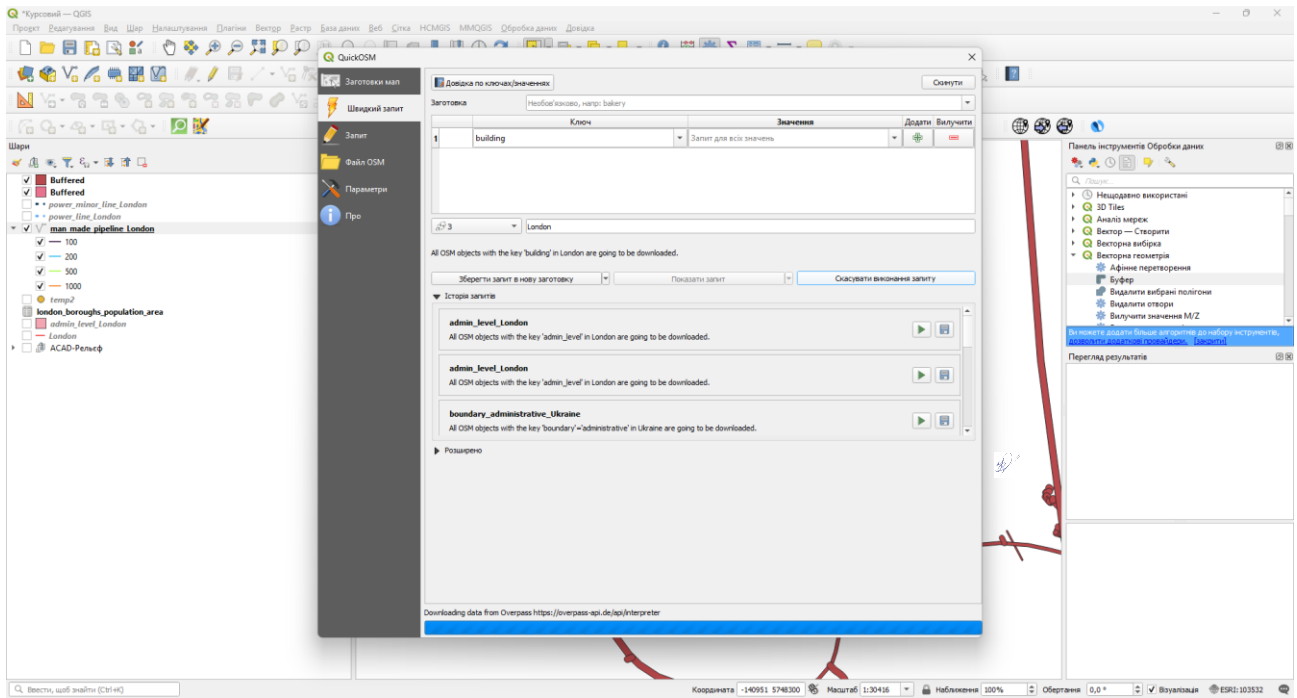


Рисунок 3.13 – Ілюстрація підвантаження шарів будівель за допомогою плагіну «QuickOSM»

Маючи шар інженерних мереж та будівель, можна зробити аналіз виявлення споруд, на які впливають обмеження цих інженерних мереж, використати інструмент «Отримати за розташуванням» (рис. 3.14). У цьому прикладі для аналізу використані ЛЕП.

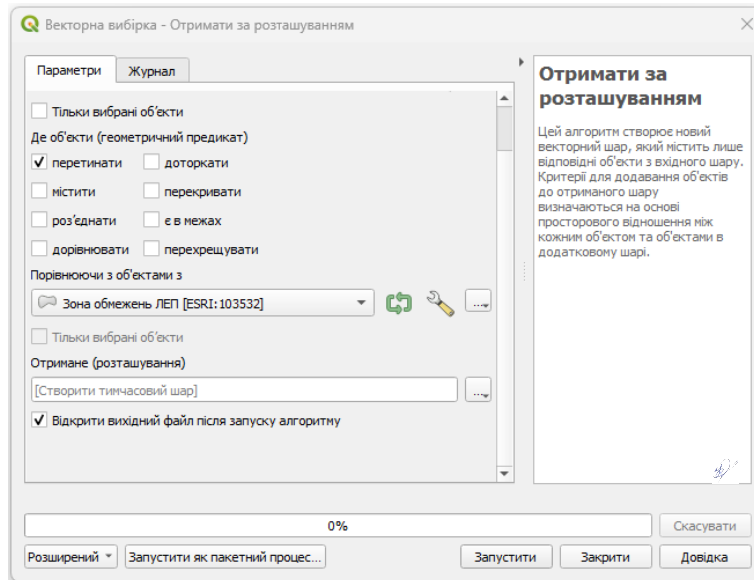


Рисунок 3.14 – Використання інструмента «Отримати за розташуванням»

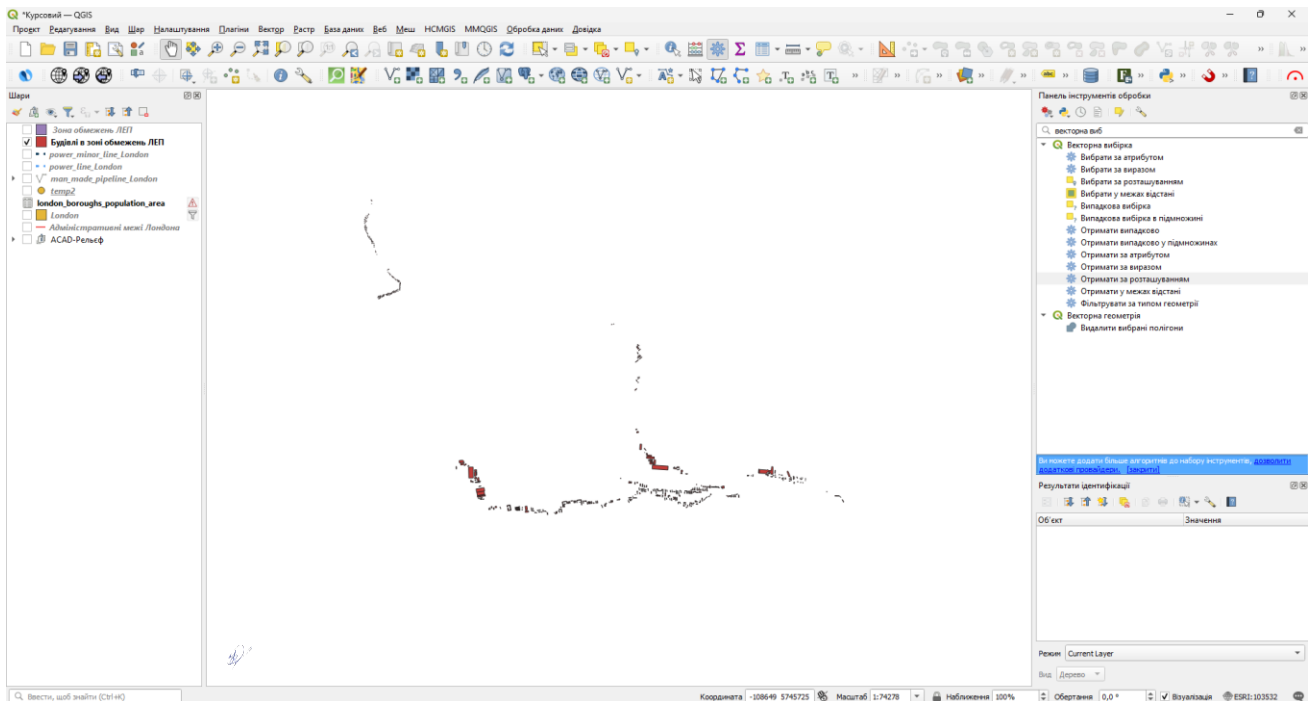


Рисунок 3.15 – Ілюстрація шару будівель у зоні впливу обмеження ЛЕП

Таким же чином можна провести аналіз для інших інженерних мереж (рис. 3.16).

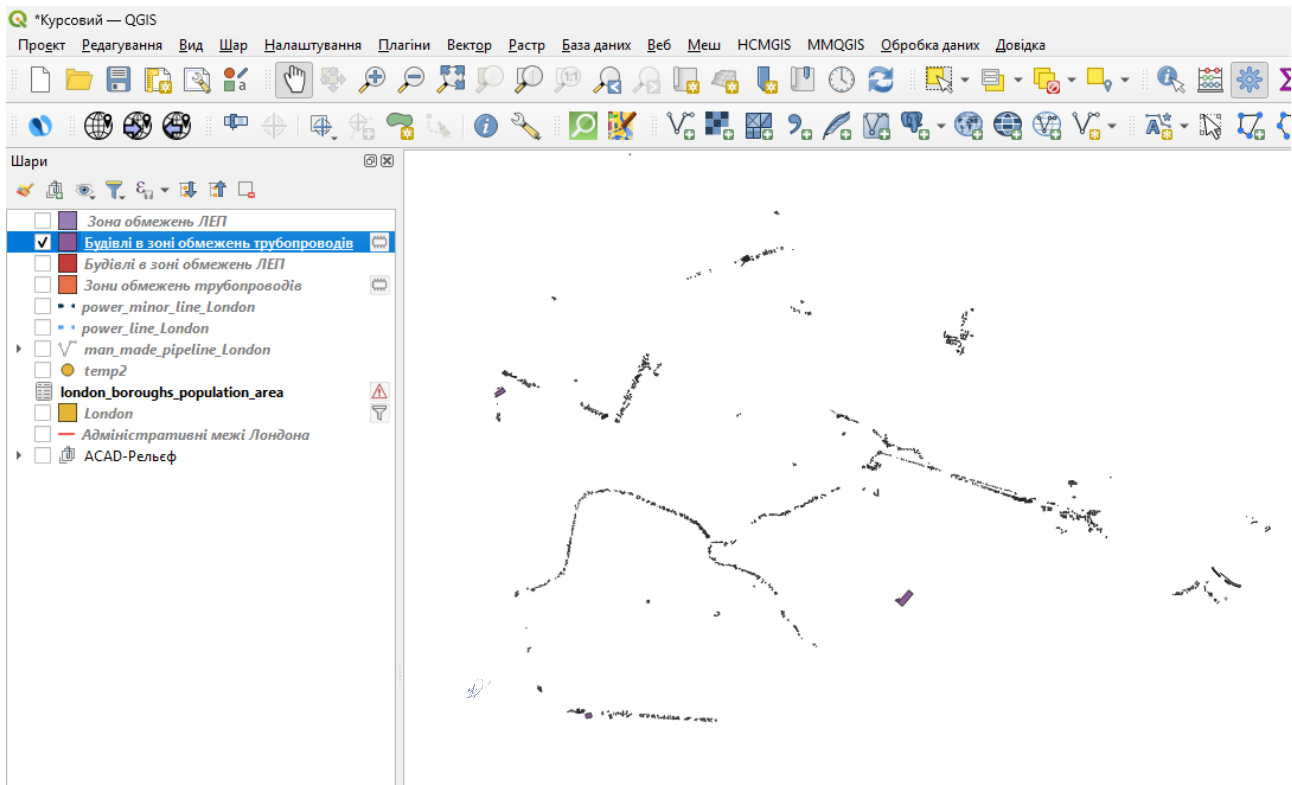


Рисунок 3.16 – Ілюстрація шару будівель у зоні впливу обмеження трубопроводів

У результаті виконання операції була створена вибірка будівель, які торкаються зони обмежень, що обумовлена наявністю ЛЕП різної напруги та трубопроводів різного діаметра. Для таких споруд потрібні додаткові умови для використання прав володіння, користування та розпорядження.

3.5 Візуалізація зон обмежень на карті населеного пункту

За створеними даними щодо розповсюдження обмежень, спричинених наявністю енергомереж, трубопроводів та ключових інженерних об'єктів

енергопостачання, необхідно сформувати макет карти з умовними позначеннями (рис. 3.17).

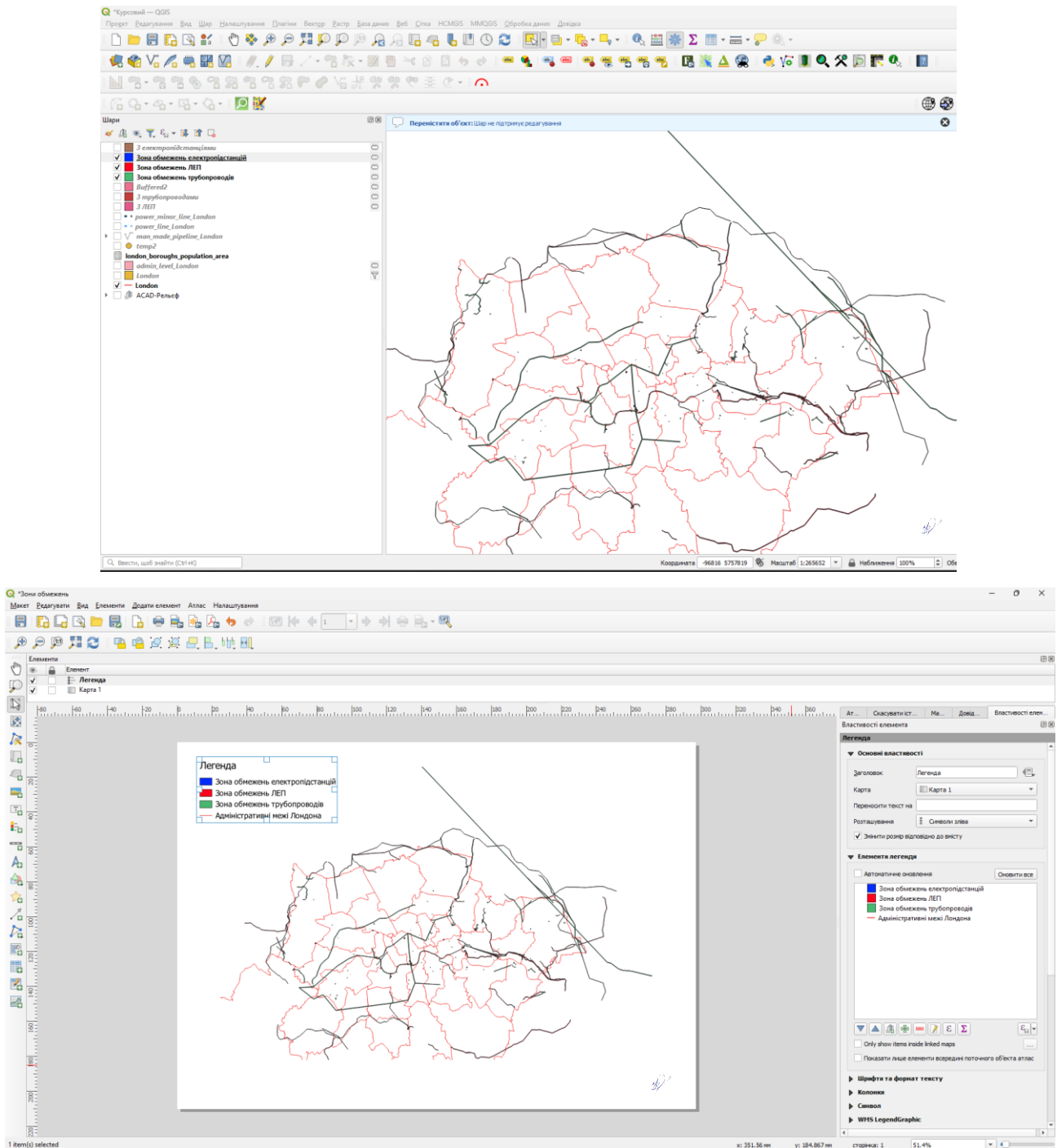


Рисунок 3.17 – Ілюстрація формування макета карти

Після формування макета в програмі він зберігається у файлі або на папері.

Контрольні запитання

1. Що таке зони обмежень у використанні земель, та яку роль вони відіграють у просторовому плануванні та управлінні територіями населених пунктів?
2. Як працює інструмент «Буфер» у QGIS? Опишіть приклади його застосування для створення зон обмежень навколо інженерних мереж різного типу (ЛЕП, трубопроводи).
3. Яким чином у QGIS можна автоматизувати формування буферів різної ширини залежно від технічних параметрів об'єкта (наприклад, напруги ЛЕП чи діаметра трубопроводу)? Наведіть приклад використання «Конструктора виразів».
4. Які законодавчі та нормативні документи України регламентують розміри охоронних зон для електричних мереж, трубопроводів і промислових об'єктів? Як ці вимоги інтегруються в моделі зон обмежень у ГІС?
5. У чому полягає процес аналізу перетинів зон обмежень із міською забудовою? Які інструменти QGIS застосовуються для цього та які результати можна отримати?
6. Як у QGIS здійснюється візуалізація зон обмежень на карті населеного пункту? Які елементи оформлення (умовні позначення, символіка, підписи) потрібно врахувати для створення інформативної карти?
7. Які практичні наслідки може мати ігнорування зон обмежень під час забудови міських територій? Наведіть приклади можливих конфліктів між інженерними мережами та житловою чи промисловою забудовою.

4 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ ДО КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Звіт складають у вигляді сполучення тексту, рисунків і таблиць. Звіт можна подавати в паперовому й електронному вигляді.

Зміст звіту відповідає змісту методичних рекомендацій: 1-ий розділ та 4 підрозділи, 2-ий розділ та 4 підрозділи, 3-ій розділ та 5 підрозділів.

Звіт оформляють на сторінках формату А4 і виконують машинним (за допомогою комп'ютерної техніки) способом на одному боці сторінки білого паперу. У разі машинного способу виконання необхідно використовувати шрифт Times New Roman розміром 14 pt з інтервалом 1,5.

Текст потрібно друкувати, додержуючись таких розмірів полів: верхній і нижній, лівий, правий – 20 мм.

Під час виконання звіту необхідно дотримуватись рівномірної щільності, контрастності та чіткості зображення. У роботі мають бути чіткі, не розпливчасті лінії, літери, цифри та інші знаки. Всі лінії, літери, цифри і знаки повинні бути чорного кольору.

Окремі слова, формули, знаки, які вписують у надрукований текст мають бути чорного кольору. Щільність вписаного тексту повинна максимально наближуватись до щільності основного зображення.

Помилки, описки та графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого зображення машинним способом або від руки. Виправлене повинно бути чорного кольору.

Прізвища, назви установ, організацій та інші власні назви у звіті наводять мовою оригіналу.

Розділи, підрозділи та пункти повинні мати заголовки.

Заголовки структурних елементів звіту і заголовки розділів необхідно розташовувати посередині рядка та друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів і пунктів необхідно починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту звіту і дорівнювати п'яти знакам.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовок розділу не допускається.

Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути у два рядки. Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками обирають такою, як у тексті.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, пункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

Оформлення тексту, рисунків і таблиць повинно відповідати вимогам цих методичних рекомендацій з урахуванням можливостей комп'ютерної техніки.

Список необхідно розташовувати стовпцем. Ліворуч, в алфавітному порядку, наводять умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни, праворуч – їхнє детальне розшифрування.

Сторінки звіту потрібно нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації упродовж усього тексту. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

Титульний аркуш входить до загальної нумерації сторінок роботи. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

Рисунки і таблиці, розміщені на окремих сторінках, входять до загальної нумерації сторінок роботи.

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти потрібно нумерувати арабськими цифрами. Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті роботи й позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера

підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу й порядкового номера пункту, відокремлених крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять.

Якщо текст поділяють тільки на пункти, їх потрібно нумерувати порядковими номерами (за винятком додатків).

Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3.

Якщо розділ, не маючи підрозділів, поділяється на пункти і далі – на підпункти, номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.3, 1.2.1.

Після номера підпункту крапку не ставлять.

Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його нумерують.

Рисунки (креслення, графіки, схеми, діаграми) потрібно розміщувати в звіті безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі рисунки мають бути посилання в тексті пояснювальної записки.

Якщо рисунки створені не автором звіту, необхідно у разі їх подання в тексті дотримуватись вимог чинного законодавства про авторські права. Рисунки повинні мати назву, яку розміщують під ілюстрацією.

Рисунки позначають словом «Рисунок», яке разом з назвою рисунка розміщують після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 3.1 – Схема розміщення об'єкта».

Рисунки потрібно нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком рисунків, наведених у додатках.

Номер рисунка складається з номера розділу і порядкового номера рисунка, відокремлених крапкою, наприклад, рисунок 3.2 – другий рисунок третього розділу.

Якщо рисунок не вміщується на одній сторінці, можна переносити його на інші сторінки, розміщуючи назву рисунка на першій сторінці, пояснювальні дані – на кожній сторінці, під ними позначають: «Рисунок ____, аркуш ____».

Цифровий матеріал оформлюють у вигляді таблиць.

Горизонтальні лінії, які розмежовують рядки таблиці, можна не проводити, якщо їхня нестача не ускладнює користування таблицею.

Таблицю потрібно розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті.

Таблиці потрібно нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, які наводяться в додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, таблиця 2.1 – перша таблиця другого розділу. Назву таблиці друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відбивати зміст таблиці.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під іншою, або поруч, або переносячи частину таблиці на наступну сторінку, пишучи «Продовження таблиці ____».

Слово «Таблиця ____» вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими пишуть: «Продовження таблиці ____» із зазначенням номера таблиці.

Заголовки графів таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком.

Підзаголовки, які мають самостійне значення, пишуть з великої літери. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і

підзаголовки граф вказують в однині.

Списки, за потреби, можуть бути наведені всередині пунктів. Перед переліком ставлять двокрапку.

Перед кожною позицією списку потрібно ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи, – дефіс (перший рівень деталізації).

Для подальшої деталізації списку потрібно використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

Приклад:

а) вступна частина роботи;

б) основна частина роботи:

1) вступ;

2) розділи роботи;

3) висновки;

в) додатки.

Списки першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, списки другого рівня – з відступом відносно місця розташування списків першого рівня.

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки. Вище і нижче кожної формули або рівняння потрібно залишити не менше одного вільного рядка.

Формули та позначення за текстом обов'язково набирають за допомогою Equation Editor – редактора формул Word, а не в текстовому режимі.

У редакторі формул мають бути встановлені такі параметри:

– загальний – 4 пт;

– великі індекси – 9 пт;

– малі індекси – 7 пт;

– великі символи – 20 пт;

– малі символи – 14 пт;

– стиль: текст функції, змінні, матриці-вектори;

– числа – шрифт Times New Roman Cyr, решта стилів – шрифт Symbol.

Формули і рівняння у звіті (за винятком наведених у додатках) потрібно нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу.

Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, потрібно наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.

Пояснення значення кожного символу і числового коефіцієнта потрібно давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки. Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Коли переносять формули чи рівняння на знаку операції множення, застосовують знак «*».

Формули, що розташовуються одна за одною і не розділені текстом, відокремлюють комою.

Посилання в тексті письмової роботи на літературу необхідно зазначати порядковим номером за списком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад «у роботах [3–5]».

У разі посилання на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, рисунки, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їхні номери.

У разі посилань необхідно писати:

- «у розділі 4»;
- «див. 2.1»;
- «відповідно до 2.2»;
- «на рисунку 1.3»;

- «у таблиці 3.2»;
- «за формулою (3.2)»;
- «у рівняннях (1.3) – (1.5)»;
- «у додатку Б».

Додатки потрібно оформлювати як продовження роботи на її наступних сторінках, розташовуючи додатки в порядку появи посилань на них у тексті.

Кожний додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої потрібно надрукувати слово «Додаток_____» і велику літеру, що позначає додаток.

Додатки потрібно позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер **Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь**, наприклад: додаток А.

Один додаток позначають, як додаток А.

Додатки повинні мати спільну з рештою сторінок звіту наскрізну нумерацію.

Рисунки, таблиці, формули та рівняння, що є у тексті додатка, потрібно нумерувати в межах кожного додатка, наприклад:

- рисунок Г.3 – третій рисунок додатка Г;
- таблиця А.2 – друга таблиця додатка А;
- формула (А.1) – перша формула додатка А.

Якщо в додатку один рисунок, одна таблиця, одна формула, одне рівняння, їх нумерують так:

- рисунок А.1;
- таблиця А.1;
- формула (А.1).

У посиланнях у тексті додатка на рисунки, таблиці, формули, рівняння рекомендується писати: «... на рисунку А.2 ...»; «... на рисунку А.1 ...» якщо рисунок єдиний у додатку А; «... у таблиці Б.3 ...»; «... за формулою (В.1) ...»;

«... у рівнянні (Г.2) ...». Джерела, що цитують тільки у додатках, повинні розглядатися незалежно від тих, які цитують в основній частині звіту, і повинні бути перелічені наприкінці кожного додатка в списку посилань.

ВИСНОВКИ

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Геоінформаційна система міського господарства» розроблені з метою для формування у здобувачів навичок роботи з ГІС за вказаною тематикою.

Методичні рекомендації дають алгоритм структури та послідовності виконання завдань, вимоги до збору та аналізу вихідних даних, побудови бази геопросторових даних, розроблення моделі об'єкта та проведення просторового аналізу.

Здобувачі отримують навички роботи з програмними засобами ГІС, навчаються створювати та підтримувати геоінформаційні бази даних, проводити просторове моделювання та аналіз, а також оформлювати результати відповідно до встановлених вимог.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Donnelly, F. Introduction to GIS with QGIS [Electronic resource] / Frank Donnelly, Head of GIS & Data Services, Brown University Library. – Electronic text data. – April 2024. – Creative Commons Attribution – NonCommercial – No Derivatives – 4.0 International License (CC BY-NC-ND 4.0). – Regime of access: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjJquzNuJGPaxUn-QIHHQn9DJkQFnoECBgQAQ&url=https%3A%2F%2Fraw.githubusercontent.com%2FBrown-University-Library%2Fgeodata_pdf_tutorials%2Fmain%2Fqgis%2Fintro_qgis_apr2024.pdf&usg=AOvVaw0EMVsPeka1BknNu8TkOvgI&opi=89978449, free (date of application: 04.08.2025). – Header from the screen.
2. Тривимірні геоінформаційні системи та відновлення втраченої нерухомості [Електрон. ресурс] / О. Є. Поморцева, С. М. Кобзан, М. А. Кухар, О. О. Воронков / Комунальне господарство міст // Серія: Технічні науки та архітектура. – 2022. – Електронні текст. данні. – Т. 3. – № 170. – С. 271–277. – Режим доступу: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/issue/view/140>, вільний (дата звернення: 11.08.2025). – Назва з екрана.
3. Кухар М. А. 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. – Серія: Технічні науки та архітектура. – 2022. – Електрон. текст. данні. – Т. 3. – № 170. – С. 228–233. – Режим доступу: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/issue/view/140>, вільний (дата звернення: 11.08.2025) – Назва з екрана.
4. Ashour M. GIS-based Methodology for Culvert Location Evaluation on Railways: A Case Study of the Qena-Safaga Track in Egypt [Electronic resource] /

M. Ashour, H. M. Mahmoud, T. Sayed // AQUA. – Water Infrastructure, Ecosystems and Society. – Electronic text data. – 2024. – Vol. 73. – № 5. – P. 980–998. – Regime of access: https://www.researchgate.net/publication/380202552_GIS-based_methodology_for_culvert_location_evaluation_on_railways_a_case_study_of_the_Qena-Safaga_Track_in_Egypt, free (date of application: 11.08.2025). – Header from the screen.

5. Design & engineering for modern utility network [Electronic resource] / Esri. – New York Street Redlands, California : Esri, 2021. – Electronic text data. – P. 1–10. – Regime of access: <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/en-us/media/ebooks/modernizing-utility-design-and-engineering-ebook.pdf>, free (date of application: 11.08.2025). – Header from the screen.

6. Wu S. Research on Visual Management system of Power Transmission Line based on two-dimensional GIS [Electronic resource] / Wu S. [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Electronic text data. – Vol. 2005. – P. 1–7. – Regime of access: https://www.researchgate.net/publication/354095255_Research_on_Visual_Management_system_of_Power_Transmission_Line_based_on_two-dimensional_GIS, free (date of application: 18.08.2025). – Header from the screen.

7. Ma F. An underground pipeline relocation decision support system based on BIM and GIS integration [Electronic resource] / F. Ma [et al.]. // Journal of Physics: Conference Series. – 2024. – Electronic text data. – Vol. 2824. – P. 1–9. – Regime of access: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2824/1/012003/pdf>, free (date of application: 18.08.2025). – Header from the screen.

8. Ali J. A. Pipeline Risk Assessment Using GIS [Electronic resource] / J. A. Ali, L. Khodakarami, M. S. Ahmed // UKH Journal of Science and Engineering. – 2022. – Electronic text data. – Vol. 6. – No. 2. – P. 15–25. – Regime of access: https://www.researchgate.net/publication/366876498_Pipeline_Risk_Assessment_Using_GIS, free (date of application: 18.08.2025). – Header from the screen.

9. Anoune N. Administration and Management of the Urban Transport Network by Means of Geographic Information Systems (GIS), Study of the City of Sitef – Algeria [Electronic resource] / N. Anoune, H. Lyes // Innovations. – 2023. – Electronic text data. – № 74. – P. 1703–1714. – Regime of access: https://www.researchgate.net/publication/377808764_Administration_and_Management_of_the_Urban_Transport_Network_by_Means_of_Geographic_Information_Systems_GIS_Study_of_the_City_of_Sitef_-Algeria, free (date of application: 18.08.2025). – Header from the screen.

10. Gagula A. C. A GIS-Based Network Analysis in Finding Optimal Route on Accessing Tourist Places in Siargao Island, Philippines [Electronic resource] / A. C. Gagula, J. T. Demata, I. N. Fortun // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2025. – Electronic text data. – Vol. 1489. – Regime of access: https://www.researchgate.net/publication/391505448_A_GIS-Based_Network_Analysis_in_Finding_Optimal_Route_on_Accessing_Tourist_Places_in_Siargao_Island_Philippines, free (date of application: 18.08.2025). – Header from the screen.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до виконання курсового проєкту
з навчальної дисципліни

«ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА»

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій)*

Укладач **КУХАР** Максим Анатолійович

Відповідальний за випуск *К. А. Мамонов*
Редактор *Б. О. Хільська*
Комп'ютерне верстання *М. А. Кухар*

План 2025, поз. 570М

Підп. до друку 30.12.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 3,7

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