КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему:

Геопросторовий аналіз озеленених територій загального користування у місті Київ

Сидоренко Єгор Миколайович

Київ – 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____проф., д.т.н. Карпінський Ю.О.
“____” _____2025 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Геопросторовий аналіз озеленених територій загального користування у місті Київ

Виконав студент групи ГСТм-24
193 «Геодезія та землеустрій»
Геоінформаційні системи і технології
Сидоренко Є.М.

Керівник: Карпінський Ю.О., проф., д.т.н.
Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Геоінформаційних систем та управління територіями
Кафедра: Геоінформатики і фотограмметрії
Освітній рівень: «магістр за ОПП»
Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»
Спеціалізація: Геоінформаційні системи і технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ доцент., к.т.н. Нестерненко О. В.
3.12.2025

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

Сидоренко Єгор Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Геопросторовий аналіз озеленених територій загального користування у місті Київ
затверджена наказом ректора КНУБА №1844/22/25 від 31.10.2025

2. Керівник роботи проф., д.т.н. Карпінський Юрій Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту: 4.12.2025

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
Р1.АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ
Р2. МЕТОДИКА ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ
Р3. АПРОБАЦІЯ МЕТОДИКИ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА

5.Графічний матеріал за розділами

6. Календарний план виконання роботи:

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
Проєкт завдання дипломної роботи	13.10.2025
Розділ 1	27.10.2025
Розділ 2	10.11.2025
Розділ 3	24.11.2025
Остаточне оформлення роботи	02.12.2025
Попередній захист роботи на кафедрі	04.12.2025
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	08.12.2025

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			

8. Дата видачі завдання 13.10.25

Зав. кафедри _____ Карпінський Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Карпінський Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Сидоренко Є.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) *до атестаційної випускної роботи студента:*		**Сидоренко Єгор Миколайович**	
ЗВО	Київськький національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Геопросторовий аналіз озеленених територій загального користування у місті Київ		
Освітній ступінь	Магістр за освітньо-науковою програмою навчання		
Факультет	Геоінформаційних систем та управління територіями		
Кафедра	Геоінформатики та фотограмметрії		
Спеціальність	193 Геодезія та землеустрій		
Керівник	проф., д.т.н. Карпінський Ю.О.		
Обсяг роботи	*пояснювальна записка*	*розділів*	*креслень формату А1*
	63	*3*	*0*
Розділ 1	У першому розділі проаналізовано роль озеленених територій загального користування у формуванні екологічно збалансованого міського середовища. Розглянуто основні наукові підходи до оцінки та моніторингу зелених зон, проаналізовано нормативно-правові документи, що регулюють формування й використання озеленених територій, а також визначено інформаційне забезпечення геопросторового аналізу із використанням сучасних ГІС-технологій.		
Розділ 2	Другий розділ присвячено розробці методики геопросторового аналізу озеленених територій загального користування. Описано загальну схему проведення дослідження, інструментальне середовище на базі ГІС QGIS та процес формування бази геопросторових даних, а також обґрунтовано вибір методів просторового аналізу для оцінки забезпеченості населення зеленими зонами та їх доступності.		
Розділ 3	У третьому розділі здійснено апробацію розробленої методики на прикладі міста Києва. Виконано розрахунок показників забезпеченості населення озелененими територіями загального користування та оцінено їх доступність у межах нормативної пішохідної досяжності 300 м, за результатами чого створено тематичні карти та сформульовано практичні рекомендації щодо вдосконалення системи озеленення міста.		

Висновки по роботі	У результаті виконання роботи досягнуто поставленої мети та підтверджено ефективність застосування геоінформаційних технологій для аналізу озеленених територій загального користування. Отримані результати дозволили виявити просторові диспропорції у рівні озеленення та доступності зелених зон у місті Києві й можуть бути використані у практиці містобудівного планування та управління розвитком зеленої інфраструктури.
Ключові слова: геопросторовий аналіз, озеленені території загального користування, геоінформаційні системи, QGIS, доступність зелених зон, забезпеченість населення, місто Київ. **Keywords:** geospatial analysis, public green spaces, geographic information systems, QGIS, green space accessibility, population provision, Kyiv city.	

Керівник: _____/Карпінський Ю.О./

«11» грудня 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 8

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ 10
1.1. Аналіз підходів до оцінки та моніторингу озеленених територій загального користування 11
1.2. Нормативно-правове забезпечення формування та використання озеленених територій 16
1.3. Інформаційне забезпечення геопросторового аналізу озеленених територій загального користування 20
Висновки до 1 Розділу 26

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ 28
2.1. Загальна схема проведення дослідження 29
2.2. Інструментальне середовище дослідження 31
2.3. Формування бази геопросторових даних у середовищі QGIS 38
Висновки до 2 Розділу 42

РОЗДІЛ 3. АПРОБАЦІЯ МЕТОДИКИ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА 44
3.1. Вихідні дані та параметри дослідження 45
3.2. Розрахунок забезпеченості населення озелененими територіями загального користування 46
3.3. Оцінка доступності озеленених територій у радіусі 300 м 52
3.4. Інтерпретація результатів та рекомендації щодо вдосконалення системи озеленення 56
Висновки до 3 Розділу 60

ВИСНОВОК 61

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 63

ВСТУП

Сучасні міста стикаються з низкою екологічних, соціальних та просторових викликів, серед яких особливої актуальності набуває забезпечення населення якісними озелененими територіями загального користування. Умови високої щільності забудови, зростання транспортного навантаження та антропогенного тиску призводять до зменшення частки зелених зон, що негативно впливає на мікроклімат, рекреаційний потенціал та якість життя мешканців. У цьому контексті актуальним є використання геоінформаційних технологій для оцінювання стану та просторового розподілу озеленених територій.

Оцінити рівень забезпеченості населення міста Києва озелененими територіями загального користування та визначити їх доступність засобами геоінформаційного аналізу.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Проаналізувати науково-методичні підходи, нормативно-правові вимоги, програмне забезпечення та інформаційні джерела, що використовуються для оцінки озеленених територій загального користування.
2. Сформувати базу геопросторову даних, що містить відомості про межі районів, зелені насадження, житлову забудову та чисельність населення.
3. Провести просторовий аналіз та розрахунок показників забезпеченості та доступності населення озелененими територіями загального користування.
4. Порівняти отримані результати із національними та європейськими нормативами.
5. Візуалізувати результати у вигляді тематичних карт та зробити висновки щодо просторової структури озеленення міста Києва.

Об’єктом дослідження є озеленені території загального користування міста Києва, а предметом — їх просторово-кількісна характеристика та забезпеченість ними населення.

У роботі використано методи геоінформаційного аналізу, картографічного моделювання, статистичної обробки даних, а також методи порівняльного аналізу нормативів. Основним інструментом реалізації практичної частини є програмне середовище QGIS із використанням бази геопросторових даних у форматі GeoPackage.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для оптимізації системи міського озеленення, підтримки рішень у сфері екологічного планування та розроблення рекомендацій щодо підвищення якості міського середовища.

РОЗДІЛ 1.АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

1.1.Аналіз підходів до оцінки та моніторингу озеленених територій загального користування

Озеленені території загального користування є невід'ємним елементом міського середовища та відіграють важливу роль у забезпеченні екологічної стійкості, соціального комфорту й просторової збалансованості міських територій. У сучасних умовах інтенсивної урбанізації, ущільнення забудови та зростання антропогенного навантаження питання оцінки стану, розміщення та доступності зелених зон набувають особливої актуальності [1].

Вплив озеленених територій на навколишнє середовище є багатокомпонентним і проявляється за кількома взаємопов'язаними напрямами. Насамперед зелені зони відіграють важливу роль у регулюванні мікроклімату міських територій, що набуває особливої актуальності в умовах глобальних кліматичних змін. Сучасні міста дедалі частіше функціонують як «теплові острови», оскільки штучні поверхні — асфальт, бетон, покрівельні матеріали — активно накопичують сонячну енергію та віддають тепло в навколишній простір навіть у нічний час. Наявність зелених насаджень сприяє зниженню температури повітря та поверхні, причому різниця температур між озелененими ділянками та штучними покриттями може досягати десятків градусів. Важливу роль у цьому процесі відіграють зелені коридори, які забезпечують проникнення прохолодніших повітряних мас із приміських та сільських територій у межі міської забудови.

Іншим суттєвим аспектом впливу озеленених територій є покращення якості атмосферного повітря. Зелені насадження здатні затримувати пил і дрібнодисперсні забруднювальні частки на поверхні листя, а також поглинати вуглекислий газ у процесі фотосинтезу, компенсуючи частину викидів, пов'язаних із транспортною діяльністю та спалюванням викопного палива. Таким чином, зелені зони виконують роль природного фільтра, знижуючи антропогенне навантаження на повітряне середовище міста.

Окрім кліматорегулюючої та газоочисної функцій, зелені насадження мають важливе значення для зменшення шумового навантаження, оскільки

рослинність здатна поглинати та розсіювати звукові хвилі. Вони також сприяють збереженню міських ґрунтів, запобігаючи їх деградації, та знижують ризик підтоплень під час інтенсивних опадів завдяки здатності кореневих систем і природних ґрунтів акумулювати вологу. Крім того, озеленені території формують осередки міського біорізноманіття, забезпечуючи середовище існування для різних видів флори та фауни в умовах щільної забудови.

Рис.1.1.Осінній парк

Зелені насадження виконують комплекс взаємопов’язаних функцій. До екологічних функцій належать регулювання мікроклімату, зниження ефекту «міського теплового острова», очищення атмосферного повітря від пилу та забруднюючих речовин, регулювання водного режиму та підтримка міського біорізноманіття. Соціальні функції зелених територій пов’язані із забезпеченням рекреаційних потреб населення, формуванням комфортного середовища проживання, покращенням фізичного та психоемоційного стану мешканців міста. Просторово-планувальна роль зелених зон полягає у формуванні цілісної структури міста, створенні зелених коридорів і буферних зон між функціонально різними територіями [2].

Рис.1.2. Основні функції озеленених територій загального користування в міському середовищі

У зв’язку з багатофункціональністю зелених насаджень у науковій і практичній діяльності сформувався широкий спектр підходів до їх оцінки та моніторингу. Ці підходи суттєво відрізняються за методами збору інформації, рівнем деталізації, просторовою точністю та можливістю аналітичної обробки даних.

Традиційні підходи до оцінки озеленених територій

Історично першими методами оцінки зелених насаджень у межах міських територій були традиційні інвентаризаційні підходи, що ґрунтувалися на польових обстеженнях та веденні паперових або табличних реєстрів. Основною метою таких підходів було визначення кількісного складу зелених насаджень, їх видового різноманіття та санітарного стану.

Традиційна інвентаризація передбачає безпосередній виїзд фахівців на місцевість, проведення вимірювань, візуальної оцінки стану дерев і чагарників, а також заповнення паспортів зелених насаджень. Отримані результати, як правило, узагальнюються у вигляді таблиць, звітів та схем, що використовуються для прийняття управлінських рішень у сфері благоустрою.

Разом з тим, традиційні підходи мають низку суттєвих обмежень. По-перше, вони є трудомісткими та потребують значних фінансових і людських

ресурсів. По-друге, інвентаризація проводиться періодично (раз на декілька років), що знижує актуальність отриманих даних у динамічних умовах розвитку міського середовища. По-третє, результати таких обстежень здебільшого не містять точного просторового прив'язування, що унеможливлює повноцінний просторовий аналіз розміщення зелених зон.

Таблиця 1.1

Характеристика традиційних підходів до оцінки озеленених територій

Характеристика	**Зміст**
Основний метод	Польова інвентаризація
Форма зберігання даних	Таблиці, паспорти, звіти
Просторова точність	Обмежена
Актуальність	Низька
Аналітичні можливості	Мінімальні

Таким чином, традиційні підходи дозволяють отримати загальне уявлення про стан зелених насаджень, проте не забезпечують комплексної оцінки просторового розподілу та доступності озеленених територій.

Сучасні геоінформаційні підходи до моніторингу зелених зон

Розвиток геоінформаційних систем, цифрової картографії та дистанційного зондування Землі зумовив перехід до нових, більш ефективних підходів оцінки та моніторингу озеленених територій. Сучасний геоінформаційний підхід ґрунтується на інтеграції просторових даних, статистичної інформації та аналітичних методів у єдиному цифровому середовищі [3].

Ключовою особливістю геоінформаційного підходу є використання ГІС як основного інструменту зберігання, обробки та аналізу даних. Це дозволяє створювати цифрові карти зелених територій, точно визначати їх площу, конфігурацію та взаємне розташування відносно житлової забудови й інших елементів міської інфраструктури.

Важливим джерелом інформації у межах сучасних підходів є дані дистанційного зондування Землі. Супутникові знімки високої роздільної

здатності дають змогу здійснювати регулярний моніторинг стану рослинності, виявляти деградовані ділянки та оцінювати динаміку змін зеленого покриву за допомогою спектральних індексів, зокрема NDVI [4].

Особливу увагу в наукових дослідженнях приділено інтеграції геоінформаційних методів із системами міського управління. Так, у роботах Бакової та Карпінського показано, що використання ГІС дозволяє перейти від фрагментарного обліку зелених насаджень до системного моніторингу, орієнтованого на аналіз просторових закономірностей та підтримку управлінських рішень [5].

Порівняльний аналіз підходів до оцінки та моніторингу

Для узагальнення особливостей різних підходів до оцінки зелених зон доцільно виконати їх порівняльний аналіз (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Порівняння традиційного та геоінформаційного підходів

Критерій	Традиційний підхід	Геоінформаційний підхід
Актуальність даних	Низька	Висока
Просторовий аналіз	Відсутній	Повноцінний
Автоматизація	Мінімальна	Висока
Візуалізація	Обмежена	Інтерактивна
Можливість моніторингу	Періодична	Безперервна

На основі порівняльного аналізу можна зробити висновок, що геоінформаційні підходи значно перевищують традиційні методи за рівнем аналітичних можливостей та придатністю до дослідження складних міських систем.

1.2. Нормативно-правове забезпечення формування та використання озеленених територій

Озеленені території загального користування є одним із ключових елементів просторової організації міста та відіграють важливу роль у забезпеченні екологічної рівноваги, рекреаційного потенціалу й соціальної комфортності міського середовища. Їх формування, функціонування та утримання регламентується комплексом нормативно-правових актів, які визначають вимоги до планувальної структури міських територій, рівня їх озеленення, доступності зелених зон для населення, а також порядок обліку й моніторингу зелених насаджень.

Нормативно-правове забезпечення у сфері озеленення має багаторівневий характер і включає державні будівельні норми, галузеві нормативні документи, а також методичні акти, що регулюють питання інвентаризації та утримання зелених насаджень. Сукупність цих документів формує правову основу для планування, реалізації та контролю розвитку зеленого фонду міста.

Державні будівельні норми України

Ключовим документом у сфері просторового планування населених пунктів є ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій».[6] У даному нормативному акті озеленені території розглядаються як обов’язковий структурний компонент планувальної організації міста, що забезпечує формування сприятливого життєвого середовища та екологічної стабільності урбанізованих територій.

Відповідно до положень ДБН Б.2.2-12:2019:

- зелені насадження загального користування є складовою системи громадських просторів населеного пункту;
- при плануванні територій необхідно забезпечувати раціональне співвідношення забудованих, озеленених і відкритих просторів;

- передбачається формування цілісної системи зелених зон, що забезпечує просторову зв’язність та екологічну рівновагу міського середовища;
- особлива увага приділяється доступності зелених територій для населення, у тому числі з урахуванням пішохідної досяжності.

ДБН не встановлюють єдиного універсального показника площі зелених насаджень у розрахунку на одного жителя, натомість визначають принципи забезпечення озеленення залежно від типу забудови, щільності населення та функціонального призначення територій. Саме ці принципи використовуються як базові під час оцінки забезпеченості населення зеленими зонами в межах конкретного міста.

Норми благоустрою та утримання зелених насаджень

Вагомим нормативним документом є ДБН Б.2.2-5:2011 «Благоустрій територій»[7], який регламентує питання формування, утримання та реконструкції елементів благоустрою, зокрема зелених насаджень.

У межах цього документа:

- визначається поняття рівня озеленення території як співвідношення площ зелених насаджень до загальної площі території;
- встановлюються вимоги до благоустрою територій житлової, громадської та рекреаційної забудови;
- регламентуються правила утримання зелених насаджень, їх санітарного догляду та відновлення.

Таким чином, ДБН Б.2.2-5:2011 формує нормативну основу для практичної реалізації заходів з утримання та розвитку зеленого фонду міста та доповнює положення містобудівних норм у частині експлуатації зелених територій.

Блок-схема 1.1.

Структура нормативно-правового регулювання озеленених територій у містах України

Законодавчий рівень

(загальні положення у сфері благоустрою та містобудування)

↓

Державні будівельні норми (ДБН)

(планування територій, вимоги до озеленення)

↓

Галузеві нормативні документи

(благоустрій, утримання зелених насаджень)

↓

Методичні акти

(інвентаризація, паспортизація, реєстри)

↓

Практична реалізація

(планування, утримання, контроль стану)

Нормативні акти у сфері обліку та інвентаризації зелених насаджень

Упродовж багатьох десятиліть основою формування відомостей про стан зелених насаджень в Україні залишалися польові інвентаризаційні роботи, регламентовані такими документами:

- Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України (2001 р.) [8]
- Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України (Наказ №105 від 10.04.2006 р.) [9]

Ці нормативні акти визначають порядок:

- проведення інвентаризації зелених насаджень;
- формування паспортів об’єктів;
- обліку дерев, кущів, газонів і квітників;
- визначення санітарного стану насаджень;

- ведення спеціалізованих реєстрів.

Водночас періодичний характер інвентаризації (раз на 2–5 років) знижує актуальність отриманих даних у контексті динамічного розвитку міського середовища, що зумовлює необхідність впровадження сучасних геоінформаційних підходів до моніторингу зелених територій.

Блок-схема 1.2.

Процес інвентаризації та обліку зелених насаджень відповідно до чинних нормативів

Виявлення об’єктів зелених насаджень

↓

Польове обстеження та вимірювання

↓

Формування паспорта об’єкта

↓

Занесення даних до реєстру

↓

Періодичне оновлення інформації

↓

Контроль та утримання зелених насаджень

Міжнародні нормативно-методичні орієнтири

Міжнародні організації формують рекомендаційні підходи до оцінки зелених зон, які широко застосовуються у наукових дослідженнях та практиці просторового планування. Вони не мають обов’язкового характеру для України, проте використовуються як інструмент порівняльного аналізу та оцінки якості міського середовища.

Рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров’я (ВООЗ) акцентують увагу на доступності зелених територій у межах пішохідної досяжності (приблизно 300 м), що розглядається як важливий чинник впливу на фізичне та психічне здоров’я населення.

Європейська економічна комісія ООН (UNECE) застосовує орієнтовні показники забезпеченості зеленими зонами як індикатори сталого розвитку міста, що використовуються переважно у аналітичних та порівняльних дослідженнях.

1.3. Інформаційне забезпечення геопросторового аналізу озеленених територій загального користування

Ефективність геопросторового аналізу озеленених територій загального користування значною мірою залежить від якості, структури та повноти використаних просторових даних. Інформаційне забезпечення у цій сфері включає сукупність базових і тематичних даних, що характеризують природно-ландшафтні, соціально-демографічні, містобудівні та екологічні особливості територій. Збір, інтеграція та аналітична обробка цих даних забезпечують можливість кількісної та якісної оцінки забезпеченості населення зеленими зонами, визначення диспропорцій у їх розподілі та моделювання сценаріїв розвитку міського середовища.

Джерела геопросторових даних

Основу інформаційного забезпечення становлять офіційні державні ресурси, відкриті геопросторові бази та результати дистанційного зондування Землі. До суб'єктів, які є держателями джерел належать дані *Головне управління статистики у м.Київ, Державної служби з питань геодезії, картографії та кадастру (Держгеокадастру)*, а також відомчі ресурси *Київської міської ради* та *Департаменту благоустрою м. Києва*. Вони містять відомості про адміністративно-територіальний поділ, межі районів, показники чисельності населення, а також планувальні обмеження територій.

Важливим джерелом просторової інформації є *OpenStreetMap (OSM)*

Рис.1.3.OSM

OpenStreetMap створений спільнотою маперів, які вносять і підтримують дані про дороги, стежки, кав'ярні, вокзали і багато чого іншого по всьому світу.

Знання місцевості

OpenStreetMap надає виразності місцевим даним. Мапери використовують аерофотознімки, GPS пристрої та прості створені на місцевості схеми для перевірки актуальності та точності даних OSM.

Керується спільнотою

Спільнота OpenStreetMap — різноманітна, затята і щоденно зростаюча. Серед учасників спільноти є мапери ентузіасти, фахівці ГІС, інженери що підтримують роботу серверів OSM, фахівці, які із гуманістичних причин, допомагають у створені мап для районів, постраждалих від стихійних лих, і багато інших.

Відкриті дані

OpenStreetMap — це відкриті дані: Ви можете вільно використовувати їх для будь-яких цілей доти, поки посилаєтесь OpenStreetMap та його учасників. Якщо Ви змінюєте дані або на основі даних будуєте певним чином власні, Ви можете розповсюджувати результат лише під тією самою ліцензією. Дивіться сторінку «Авторські права і ліцензії», щоб отримати докладну інформацію.

Крім того, для підвищення просторової точності та деталізації аналізу можуть використовуватись супутникові знімки Sentinel-2 (ESA) або Landsat-8/9 (USGS), що дозволяють проводити візуальне дешифрування зелених

насаджень і визначення їх реальної площі за допомогою спектральних індексів, таких як NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Зміст та структура даних

Відповідно до класифікації Директиви INSPIRE, дані, що використовуються для аналізу озеленених територій загального користування, відносяться до таких тематичних груп:

- **Land Cover** (земний покрив) – відображає фактичний стан поверхні, зокрема рослинний покрив, забудову, водні об’єкти тощо;
- **Land Use** (землекористування) – визначає функціональне призначення ділянок (житлова, рекреаційна, транспортна, промислова зона);
- **Population Distribution** – містить інформацію про розподіл населення за адміністративними одиницями;
- **Administrative Units** – межі районів, міста та інших територіальних утворень.

Для проведення аналізу у межах міста Києва доцільно сформувати єдину геопросторову базу даних, що міститиме такі основні теми:

Таблиця 1.3.

Основні тематичні дані для аналізу озеленених територій загального користування

№	Назва теми	Тип геометрії	Джерело даних	Призначення
1	Межі адміністративних районів	Полігон	Держгеокадастр, OSM	Просторове розмежування міста
2	Озеленені території загального користування (парки, сквери, бульвари і тд)	Полігон	OSM, КМДА	Аналіз площ та доступності зелених зон
3	Житлова забудова	Полігон	OSM, КиївГенПлан	Визначення щільності населення
4	Розподіл населення по районах	Табличні дані	Головне управління статистики м.Київ	Розрахунок показника озеленення (м²/особу)
5	Межі міста	Полігон	OSM	Просторове розмежування міста

Принципи інтеграції даних.

Створення єдиної бази геопросторових даних доцільно виконувати у форматі *GeoPackage* — це забезпечує компактність, сумісність і можливість редагування без зовнішнього серверного середовища. Всі шари повинні мати єдину систему координат — *WGS 84 / Pseudo-Mercator (EPSG:3857)*

Дана система є однією з найпоширеніших у веб-картографуванні та використовується більшістю глобальних картографічних сервісів, зокрема OpenStreetMap, Google Maps, Bing Maps, Mapbox тощо. Саме тому всі дані OSM за замовчуванням зберігаються у проєкції EPSG:3857, що обумовлює

необхідність приведення до неї інших шарів, які використовуються в дослідженні.

EPSG:3857 є проєкцією, побудованою на основі глобальної геодезичної системи *WGS 84*, але з використанням модифікованої циліндричної проєкції Меркатора (так званої Web-Mercator). Вона забезпечує прямокутну картографічну сітку та дозволяє ефективно працювати з великими обсягами геоданих, забезпечуючи швидке відображення та обробку на цифрових картах.

Проєкція зберігає кути (конформна), що робить її зручною для навігаційних і міських ГІС-аналізів, хоча вона дещо спотворює площі та відстані, особливо у високих широтах. В умовах дослідження території міста Києва ці спотворення є мінімальними та не впливають на результати розрахунків забезпеченості населення озелененими територіями.

Використання EPSG:3857 має такі ключові переваги:

- сумісність з даними OpenStreetMap, які становлять основу геоданих у даному дослідженні;
- єдність системи координат для всіх шарів, що виключає помилки просторового аналізу;
- підтримка всіма сучасними ГІС-інструментами, включаючи QGIS;
- коректне накладання веб-карт, якщо у роботі використовуються підкладки (XYZ-Tiles або WMTS).

Таким чином, приведення усіх вхідних даних до єдиної системи координат *WGS 84 / Pseudo-Mercator (EPSG:3857)* забезпечує правильність виконання подальших операцій просторового аналізу, включаючи обчислення площ, побудову буферів, перетини шарів та інтеграцію даних із зовнішніх джерел (OSM).

Зібрані дані проходять попередню перевірку якості, яка включає:

- перевірку топологічних помилок (накладання, незамкнуті полігони);
- узгодження назв атрибутів;

- видалення дублювань;
- переведення значень площі у єдині одиниці вимірювання (м²).

Розрахункові показники.

Ключовим результатом аналітичної частини є обчислення показника забезпеченості та населення озелененими територіями загального користування та доступності цих озеленених територій для постійних жителів столиці

Забезпеченість в свою чергу визначається за формулою:

$$Z = \frac{S}{N} \quad (1.1)$$

де:

Z – площа озеленених територій загального користування, що припадає на одного жителя (м²/особу);

S – сумарна площа озеленених територій загального користування у межах району (м²);

N – чисельність населення району.

Після отримання значень показника забезпеченості населення озелененими територіями загального користування для кожного адміністративного району міста та доступність цих територій для містян виконується їх інтерпретація з урахуванням чинних нормативних та рекомендаційних орієнтирів.

Висновки до 1 Розділу

У першому розділі дипломної роботи проаналізовано теоретичні, нормативно-правові та інформаційні засади дослідження озеленених територій загального користування в межах міського середовища.

Встановлено, що озеленені території загального користування є багатофункціональним елементом міської структури, який поєднує екологічні, соціальні та просторово-планувальні функції. Їх вплив проявляється у регулюванні мікроклімату міста, зниженні рівня забруднення атмосферного повітря, формуванні комфортних рекреаційних просторів та підтримці міського біорізноманіття. У сучасних умовах інтенсивної урбанізації значення зелених зон зростає, що зумовлює необхідність їх системної оцінки та постійного моніторингу.

Аналіз підходів до оцінки та моніторингу озеленених територій показав, що традиційні інвентаризаційні методи, засновані на польових обстеженнях і табличному обліку, не забезпечують достатньої актуальності, просторової точності та аналітичної гнучкості. Водночас сучасні геоінформаційні підходи, що базуються на використанні ГІС і даних дистанційного зондування Землі, дозволяють здійснювати комплексний просторовий аналіз зелених зон, оцінювати їх площу, розміщення, доступність і динаміку змін у межах міста. Це підтверджує доцільність застосування геоінформаційних технологій як основного інструменту дослідження озеленених територій.

Розгляд нормативно-правового забезпечення засвідчив, що в Україні сформована багаторівнева система регулювання у сфері озеленення, яка включає державні будівельні норми, нормативи благоустрою та галузеві методичні документи. Дані нормативні акти визначають принципи планування, утримання й обліку зелених насаджень, однак не завжди містять чіткі кількісні критерії оцінки забезпеченості населення зеленими зонами. У зв’язку з цим у наукових дослідженнях доцільним є використання міжнародних рекомендацій як орієнтирів для порівняльного аналізу та інтерпретації результатів.

Проаналізовано інформаційне забезпечення геопросторового аналізу озеленених територій, яке охоплює сукупність просторових, статистичних і тематичних даних, отриманих з офіційних державних джерел, відкритих геоінформаційних баз і матеріалів дистанційного зондування Землі. Встановлено, що інтеграція даних про межі адміністративних одиниць, зелені зони, житлову забудову та чисельність населення в єдиній геопросторовій базі даних є необхідною умовою для коректного розрахунку показників забезпеченості та доступності озеленених територій.

Таким чином, результати першого розділу створюють теоретичне, нормативне та інформаційне підґрунтя для розроблення та практичної реалізації методики геопросторового аналізу озеленених територій загального користування. Отримані висновки обґрунтовують вибір геоінформаційного підходу як основного інструменту дослідження та слугують базою для подальшого викладення методики і її апробації у наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

2.1. Загальна схема проведення дослідження

Геоінформаційний аналіз озеленених територій загального користування є послідовним процесом, що поєднує збір, підготовку, інтеграцію та обробку просторових даних із метою оцінювання рівня забезпеченості населення зеленими зонами. Його реалізація передбачає формування єдиної логічної схеми, яка поєднує методологічні, технічні та аналітичні етапи дослідження.

Методологічна основа роботи ґрунтується на принципах геоінформаційного підходу, що забезпечує можливість поєднання картографічних, статистичних і аналітичних методів. У загальному вигляді структура дослідження складається з кількох етапів, які взаємопов'язані між собою та забезпечують послідовність виконання усіх процедур — від збору вихідних даних до побудови тематичних карт.

На початковому етапі здійснюється збір вихідних геопросторових даних, необхідних для аналізу. Основними є межі адміністративних районів міста Києва, об'єкти озеленених територій загального користування (парки, сквери, бульвари), житлова забудова та статистичні дані про чисельність населення. Вихідна інформація формується на основі відкритих джерел — насамперед із бази OpenStreetMap, офіційного порталу відкритих даних Києва, Державної служби статистики України та Держгеокадастру.

Наступним етапом є створення єдиної бази геопросторових даних у середовищі QGIS. Зібрані шари імпортуються до бази у форматі GeoPackage, який забезпечує компактне зберігання та простоту оновлення інформації. Для кожного шару створюється атрибутивна таблиця з уніфікованими полями, що містять відомості про назву об'єкта, тип, площу, район тощо. Всі дані узгоджуються в межах єдиної системи координат — EPSG:3857

Після формування бази даних проводиться попередня обробка шарів. Вона включає перевірку топологічних зв'язків, усунення накладань, виправлення помилок у геометрії полігонів та атрибутивних даних, а також переведення усіх площ у квадратні метри. На цьому етапі для кожного району

обчислюється сумарна площа зелених зон загального користування, що надалі слугує основою для розрахунку показників забезпеченості.

Основна аналітична частина дослідження полягає у проведенні просторового аналізу. У середовищі QGIS виконуються Join Attributes by location(summary), створення буферних зон навколо зелених територій (Buffer Analysis) та об'єднання шарів за спільними атрибутами (Spatial Join) і тд. Ці процедури дозволяють визначити взаємозв'язки між розміщенням зелених зон, житловою забудовою та чисельністю населення. Для кожного району міста розраховується площа зелених територій загального користування, що припадає на одного жителя за формулою (1.1.)

$$Z = \frac{S}{N}$$

де:

Z — показник забезпеченості населення озелененими територіями загального користування,м²/особу;

S — сумарна площа озеленених територій загального користування у межах адміністративного району, м²;

N — чисельність населення відповідного району, осіб.

Отримані значення показника забезпеченості порівнюються з нормативними: для України — 9–12 м²/особу, а за рекомендаціями ВООЗ та європейських стандартів — 20–25 м²/особу. Райони, у яких розрахований показник є нижчим за мінімальний рівень, вважаються територіями із дефіцитом озеленення.

Також розраховується доступність озеленених територій для жителів міста по районам міста.Райони,у яких показник буде одним з найнижчих,потребуватимуть рішучих дій щодо викорінення цієї проблеми.

Завершальним етапом є картографічна візуалізація результатів, яка реалізується у вигляді тематичних картограм, діаграм і схем. Зокрема, створюються карти розподілу озеленених територій, рівня забезпеченості населення, зон доступності парків та районів, що потребують додаткового озеленення. Така візуалізація дає змогу наочно представити просторову

структуру зелених територій міста та оцінити ступінь відповідності фактичних показників встановленим нормативам.

Таблиця 2.1.

Основні етапи виконання просторового аналізу

Етап	Зміст робіт	Інструменти QGIS	Очікуваний результат
1	Збір вихідних даних	QuickOSM, Open Data Portal	Формування вихідних шарів
2	Створення бази GeoPackage	QGIS, Field Calculator	Єдина база просторових даних
3	Попередня обробка	Vector → Geoprocessing Tools	Узгоджені та перевірені межі
4	Розрахунок доступності	Buffer,Centroids	Зони доступності та показники
5	Розрахунок забезпеченості	Field Calculator, Join Attributes by location(summary)	Показник м²/особу
6	Картографування	Symbology, Layout Manager	Тематичні карти забезпеченості та доступності

Побудована схема дозволяє забезпечити комплексний підхід до вивчення стану озеленення міських територій та може бути використана для подальшого моніторингу динаміки зелених насаджень або розроблення планів сталого розвитку міського середовища.

2.2. Інструментальне середовище дослідження

Рис.2.1.Лого програми

Реалізація геопросторового аналізу озеленених територій загального користування потребує використання спеціалізованого програмного забезпечення, здатного забезпечити повний цикл роботи з просторовими даними — від збору та редагування до аналізу та картографічної візуалізації результатів. Вибір інструментального середовища визначає не лише технічні можливості дослідження, але й рівень його відтворюваності, відкритості та відповідності сучасним науковим і практичним підходам.

У межах даної роботи як основне інструментальне середовище обрано геоінформаційну систему QGIS, яка є однією з найбільш поширених настільних ГІС з відкритим кодом та активно використовується у наукових дослідженнях, просторовому плануванні та муніципальному управлінні.

QGIS (Quantum Geographic Information System) — це багатофункціональна геоінформаційна система з відкритим програмним кодом, яка розповсюджується за ліцензією GNU General Public License (GPL). Її відкритість і безкоштовність роблять програму доступною для використання в освітніх і наукових проєктах без фінансових обмежень.

Вибір QGIS як основного інструменту дослідження обумовлений такими чинниками:

- відповідність сучасним стандартам роботи з геопросторовими даними;
- підтримка широкого спектра векторних і растрових форматів;
- наявність розвинених інструментів просторового аналізу;
- можливість інтеграції з відкритими джерелами даних;
- активна спільнота користувачів і розробників.

На відміну від комерційних ГІС (ArcGIS, MapInfo), QGIS не обмежує користувача ліцензійними умовами та дозволяє вільно відтворювати результати дослідження іншими дослідниками, що є важливим у контексті наукової доброчесності.

Дана програма забезпечує повний набір інструментів, необхідних для виконання геоінформаційного аналізу озеленених територій загального користування. У межах даної роботи використовувалися такі ключові функціональні можливості:

Робота з векторними та растровими даними

QGIS дозволяє ефективно працювати з векторними (точки, лінії, полігони) та растровими даними (зображення, аерофотознімки, супутникові знімки), додаючи їх через «Диспетчер джерел даних», редагуючи атрибутивні таблиці векторів, виконуючи просторові запити та аналіз, а також накладаючи растрове зображення на векторні шари для візуалізації та аналізу, завжди забезпечуючи єдину систему координат для всіх шарів.

Основні кроки для роботи:

1. Додавання даних:

- Використовуйте «Диспетчер джерел даних» (іконка «+» або через меню) -> вкладка «Вектор»/«Растр» -> «Огляд» для додавання файлів (Shapefile, GeoJSON, GeoTIFF тощо).
- Або через меню: «Шар» -> «Додати шар» -> «Додати векторний/растровий шар».

2. Робота з векторними даними:

- Редагування: Активуйте режим редагування (олівець) для створення нових об'єктів, видалення та зміни існуючих.
- Атрибути: Відкрийте атрибутивну таблицю (ПКЛ на шарі -> «Відкрити таблицю атрибутів») для перегляду, редагування даних, фільтрації та сортування.
- Просторові інструменти: Меню «Вектор» містить інструменти для об'єднання, розбиття, буферних зон, пошуку тощо.

3. Робота з растровими даними:

- Налаштування відображення: Зміна кольорів, прозорості через властивості шару.

- Аналіз растрових даних: Меню «Растр» надає інструменти для обробки, створення профілів, фільтрації.
- Ре projetування (Якщо потрібно): Якщо СК растра відрізняється, QGIS запропонує його перепроєктувати.

4. Основні принципи:

- Система координат (СК): Переконайтеся, що всі шари проекту мають однакову СК (наприклад, WGS 84 / UTM Zone 36N), інакше географічні операції будуть некоректними.
- Панелі: Використовуйте «Панель управління шарами» для керування видимістю та порядком шарів, «Панель інструментів аналізу» (Processing Toolbox) для складніших завдань.

Атрибутивний аналіз

Інструмент *Field Calculator* дозволяє автоматично обчислювати значення площ, формувати нові показники та виконувати агрегування атрибутивних даних. Це є ключовим для розрахунку показника забезпеченості населення зеленими територіями.

Значну роль у підвищенні ефективності роботи програми відіграють плагіни

Завдяки плагінам, створеним незалежними розробниками, функціональність QGIS можна розширювати ще більше

В ході виконання своєї роботи найбільш ефективними для мене стануть плагіни – QuickOSM та DataPlotly,QGIS Cloud

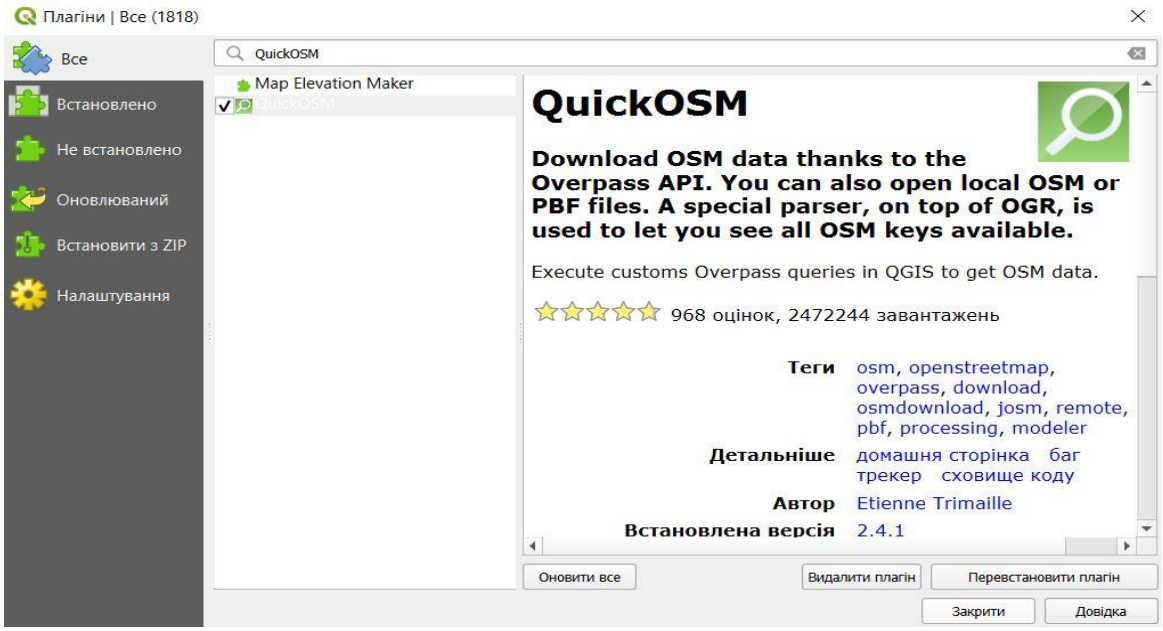


Рис.2.2.плагін QuickOSM

Quick OSM (Quick OSM): Дозволяє завантажувати дані OpenStreetMap (дороги, будівлі, POI) за лічені секунди

Основні можливості та призначення:

- **Швидкий доступ до даних OSM:** Дозволяє запитувати дані з OpenStreetMap (дороги, будівлі, точки інтересу, адміністративні межі) в один клік.
- **Фільтрація за тегами:** Ви можете вказати конкретні теги та їхні значення (наприклад, leisure = park для всіх парків або amenity=cafe для кафе).
- **Вибір області запиту:** Дані можна завантажувати для поточної області карти, за координатами, або навіть за межами завантажених шарів.
- **Імпорт файлів:** Може імпортувати вже завантажені файли .osm або .pbf, перетворюючи їх у формат, зрозумілий QGIS.
- **Підтримка Overpass API:** Використовує API Overpass для ефективних запитів, що робить його швидким і гнучким інструментом для пошуку даних.

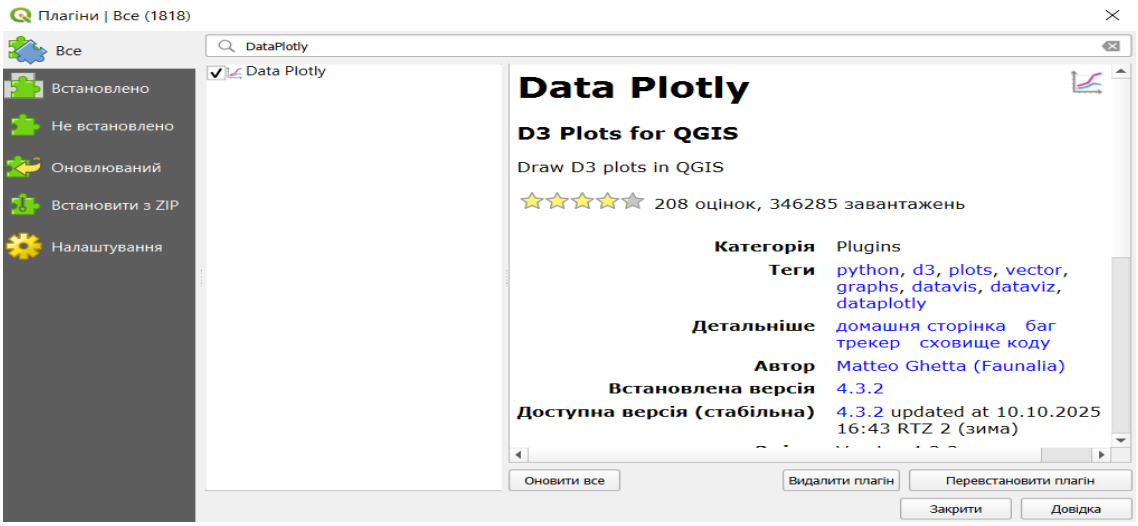


Рис.2.3.Плагін Data Plotly

Плагін Data Plotly для QGIS дозволяє створювати інтерактивні, динамічні діаграми та графіки (гістограми, точкові діаграми тощо) безпосередньо з векторних даних QGIS, використовуючи потужну бібліотеку Plotly, з можливістю синхронізації з картою, накладання графіків і збереження їх як статичних зображень чи HTML-файлів з інтерактивністю.

Що відомо про плагін Data Plotly:

- **Інтерактивність:** Графіки можна масштабувати, пересувати. При виборі об'єкта на графіку він виділяється на карті, і навпаки.
- **Типи діаграм:** Підтримує різні типи візуалізацій, їх можна комбінувати.
- **Синхронізація:** Тісний зв'язок між картою та графіком — виділення на одному відображається на іншому.
- **Збереження:** Можна зберігати як PNG-файл (статичне зображення) або HTML-файл (збережена інтерактивність).
- **Встановлення:** Встановлюється через менеджер плагінів QGIS (Plugins > Manage and Install Plugins > Search for "Data Plotly").

Основне призначення:

Для швидкого візуального аналізу атрибутивних даних, зв'язку між геоданими та їх характеристиками, створення інтерактивних звітів.

Для чого використовується:

- Швидкий аналіз розподілу значень (гістограми).

- Порівняння різних атрибутів (точкові діаграми).
- Демонстрація даних у динамічному вигляді (наприклад, показ залежності висоти від кількості населення).

Це потужний інструмент для аналітиків та картографів, який робить роботу з візуалізацією в QGIS більш гнучкою та інформативною.

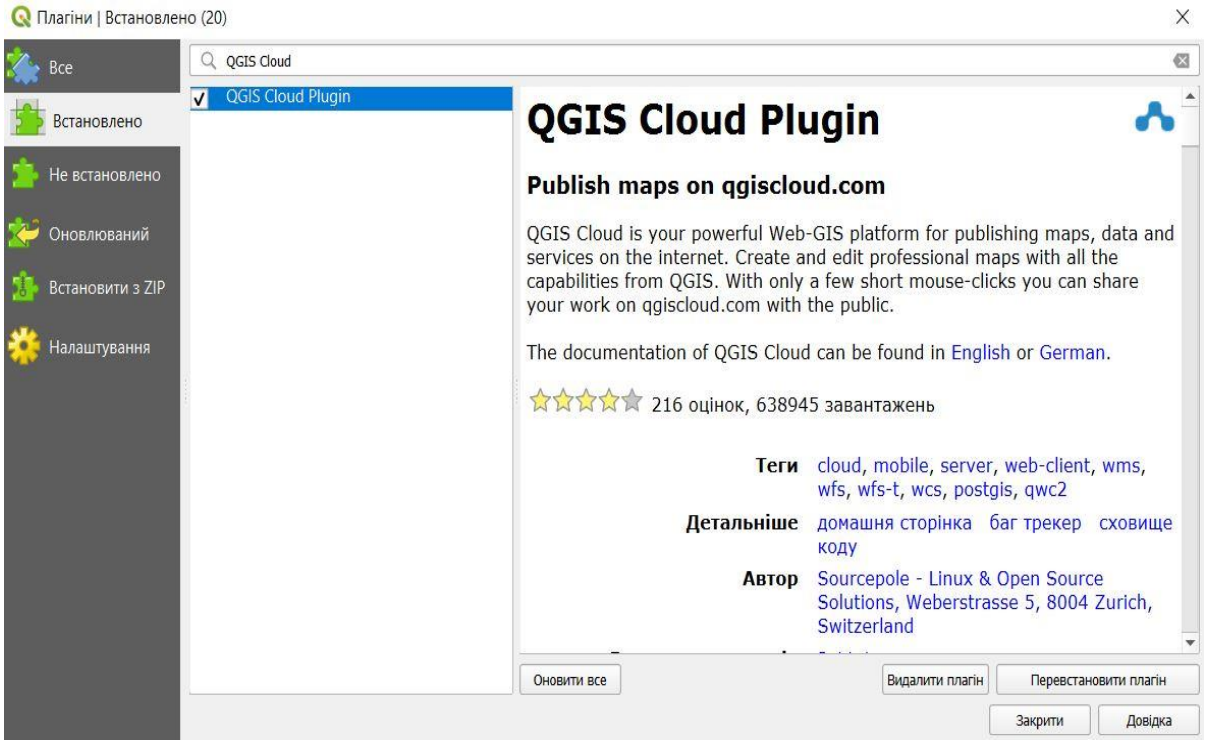


Рис.2.4.Плагін QGIS Cloud

QGIS Cloud - це інструмент, який дозволяє інтегрувати настільний додаток QGIS з хмарними сервісами, що надаються платформою QGIS Cloud. Він дозволяє користувачам зручно створювати та публікувати просторові дані в хмарі, робити їх доступними для спільної роботи, перегляду та редагування онлайн, а також керувати цими даними безпосередньо з інтерфейсу програми QGIS.

Основні функції:

- Публікація карт і просторових даних у хмарному сховищі.
- Створення веб-карт для спільного використання.
- Керування доступом та правами користувачів до даних.
- Синхронізація даних між локальною машиною та хмарним сервісом.

2.3. Формування бази геопросторових даних у середовищі QGIS

Формування бази геопросторових даних є ключовим етапом геоінформаційного дослідження, оскільки саме якість, структурованість і узгодженість просторових даних визначають достовірність подальших аналітичних результатів. У межах дослідження база геопросторових даних розглядається як інтегрована система взаємопов'язаних просторових і атрибутивних даних, що відображають сучасний стан озеленених територій загального користування, адміністративно-територіальний устрій та елементи житлової забудови міста Києва.

Формування бази даних здійснювалося у середовищі QGIS із використанням формату **GeoPackage**, що дозволяє об'єднати всі просторові дані та таблиці в одному файловому контейнері та забезпечити їх подальше редагування, аналіз і зберігання.

Рис.2.5. GeoPackage

Для створення бази геопросторових даних було обрано саме формат **GeoPackage (.gpkg)**, який є відкритим стандартом, рекомендованим Open Geospatial Consortium (OGC). Основною перевагою цього формату є можливість зберігання декількох векторних і растрових шарів, атрибутивних таблиць та стилів в одному файлі.

Використання GeoPackage у межах дослідження дозволило:

- уникнути фрагментації даних у вигляді численних окремих файлів;
- забезпечити цілісність геопросторової інформації;
- спростити процес резервного копіювання та передачі результатів;
- мінімізувати ризик втрати або дублювання даних.

Логічна структура бази геопросторових даних формувалася за тематичним принципом і включала кілька основних груп шарів, що відповідають завданням дослідження

До складу бази геопросторових даних були включені такі основні теми:

- **Райони міста**

Полігональний шар, що використовується як просторово-аналітична основа для агрегації показників забезпеченості та доступності зелених зон.

- **Адмін межа міста**

Службовий полігональний шар, що визначає просторові межі дослідження та використовується для обрізки (clip) інших шарів.

- **Озеленені території**

Полігональний шар, який включає парки, сквери, бульвари, лісопарки та інші рекреаційні території. Цей шар є ключовим для розрахунку площ озеленення та аналізу доступності.

- **Будівлі(Житлова забудова)**

Полігональний шар, що використовується для оцінки просторового розміщення населення та побудови центрів житлових об’єктів.

Кожні дані супроводжуються атрибутивною таблицею, яка містить базові ідентифікаційні та аналітичні поля, необхідні для подальших розрахунків.

Найменування	Назва в базі даних	Тип даних	Довжина
Код	Id	Integer	10
Адміністративний рівень	Admin_level	Integer	10
Код КОАТУ	Koatuu settlement	Integer	10
Назва	Name	Text	80
Тип межі	Administrative	Text	80
Кількість населення	Population	Integer	10

Рис.2.6. Базові поля даних Райони міста

Найменування	Назва в базі даних	Тип даних	Довжина
Код	Id	Integer	10
Адміністративний рівень	Admin_level	Integer	10
Код КОАТУ	Koatuu settlement	Integer	10
Назва	Name	Text	80
Тип межі	Boundary	Text	80

Рис.2.7.Базові поля даних Адмін межа міста

Найменування	Назва в базі даних	Тип даних	Довжина
Код	Id	Integer	10
Тип	Type	Text	80
Назва	Name	Text	80
Площа	Area_m2	Decimal(real)	20

Рис.2.8.Базові поля даних Озеленені території

Найменування	Назва в базі даних	Тип даних	Довжина
Код	Id	Integer	10
Тип	Type	Text	80
Назва	Name	Text	80
Кількість поверхів	Building:levels	Integer	10
Назва вулиці	Addr:street	Text	80
Код будівель	Addr:housenumber	Integer	10

Рис.2.9. Базові поля даних Будівлі(Житлова забудова)

Вихідні дані для формування бази геопросторових даних були отримані з відкритих та офіційних джерел. Основним джерелом просторової інформації стала база **OpenStreetMap**, що забезпечує актуальні та деталізовані відомості про об’єкти міського середовища.

Додатково використовувалися:

- відкриті геопортали органів місцевого самоврядування;
- статистичні дані Головного управління статистики у місті Києві;
- довідкові дані Держгеокадастру щодо адміністративно-територіального поділу.

Імпорт даних до QGIS здійснювався з використанням плагіна QuickOSM та стандартних інструментів завантаження векторних шарів. Усі дані проходили попередню перевірку на відповідність географічному охопленню та тематичній повноті.

Висновки до 2 Розділу

У другому розділі дипломної роботи розроблено та обґрунтовано методику геопросторового аналізу озеленених територій загального користування, яка базується на застосуванні сучасних геоінформаційних технологій та відкритих просторових даних.

Запропонована загальна схема проведення дослідження дозволяє системно поєднати етапи збору, підготовки, обробки та аналізу геопросторової інформації, забезпечуючи логічну послідовність виконання аналітичних процедур — від формування вихідних шарів до створення тематичних карт і аналітичних показників. Такий підхід уможливлює відтворюваність дослідження та його подальше використання для моніторингу стану озеленення міських територій.

Обґрунтовано вибір геоінформаційної системи QGIS як основного інструментального середовища дослідження. Встановлено, що використання ГІС з відкритим програмним кодом забезпечує широкий набір функціональних можливостей для роботи з векторними та растровими даними, виконання просторового й атрибутивного аналізу, а також картографічної візуалізації результатів. Залучення спеціалізованих плагінів, зокрема QuickOSM, Data Plotly та QGIS Cloud, розширює аналітичні та візуалізаційні можливості програмного середовища і підвищує ефективність обробки даних.

У ході дослідження сформовано базу геопросторових даних у форматі GeoPackage, яка об’єднує тематично структуровані просторові шари, необхідні для аналізу озеленених територій загального користування. Така організація даних забезпечує їх цілісність, узгодженість і зручність подальшого аналізу. Визначено ключові тематичні групи даних — адміністративно-територіальні межі, озеленені території, житлову забудову та допоміжні шари, що дозволяє виконувати агрегування показників у межах адміністративних районів міста.

Розроблена методика просторового аналізу дозволяє розраховувати показники забезпеченості населення озелененими територіями загального користування, а також оцінювати рівень їх доступності для мешканців міста. Використання інструментів просторових приєднань, буферного аналізу та атрибутивних обчислень забезпечує можливість кількісної оцінки територій із дефіцитом зелених зон і створює основу для обґрунтованих управлінських рішень у сфері міського планування.

Таким чином, результати другого розділу формують методичну основу для практичної апробації запропонованого підходу. Запропонована методика є універсальною та може бути адаптована для аналізу озеленених територій інших міст, а також використана для оцінювання динаміки змін зеленого каркасу в контексті сталого розвитку міського середовища. Її практичне застосування на прикладі міста Києва розглянуто у третьому розділі роботи.

РОЗДІЛ 3. АПРОБАЦІЯ МЕТОДИКИ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА

3.1. Вихідні дані та параметри дослідження

Дані були завантажені з OpenStreetMap (URL:https://www.openstreetmap.org/#map=6/49.944/37.793).

Дані з OSM завантажуються як тимчасові шари в СК 4326.Для мого проекту треба було перевести дані в СК 3857.Тому потрібні мені дані було переконвертовано в нову систему координат.

Дані щодо чисельності населення по районам міста було взято з Головного управління статистики у м.Київ на 1 лютого 2022 року. Постійне населення міста тоді становило – 2909395 осіб.Найменша кількість населення була в Печерському районі –

160637 осіб,найбільша в Солом'янському районі – 384450 осіб

Дані були додані до атрибутивної таблиці „Райони міста" в новостворене поле Population

Райони міста — Features Total: 10, Filtered: 10, Selected: 0

	fid	full_id	osm_id	osm_type	boundary	koatuu	name	admin_level	Population
1	5	r1754514	1754514	relation	administrative	8038900000	Солом'янський...	10	384450
2	9	r1754820	1754820	relation	administrative	8036400000	Деснянський р...	10	361997
3	10	r1754781	1754781	relation	administrative	8036600000	Дніпровський ...	10	354461
4	7	r1754757	1754757	relation	administrative	8036300000	Дарницький р...	10	341013
5	8	r1754751	1754751	relation	administrative	8038600000	Святошинськи...	10	334479
6	2	r1754928	1754928	relation	administrative	8038000000	Оболонський ...	10	313230
7	6	r1754513	1754513	relation	administrative	8036100000	Голосіївський ...	10	251026
8	1	r1754975	1754975	relation	administrative	8038500000	Подільський р...	10	207015
9	3	r1755014	1755014	relation	administrative	8039100000	Шевченківськи...	10	201087
10	4	r1755013	1755013	relation	administrative	8038200000	Печерський ра...	10	160637

Рис.3.1.Атрибутивна таблиця „Райони міста"

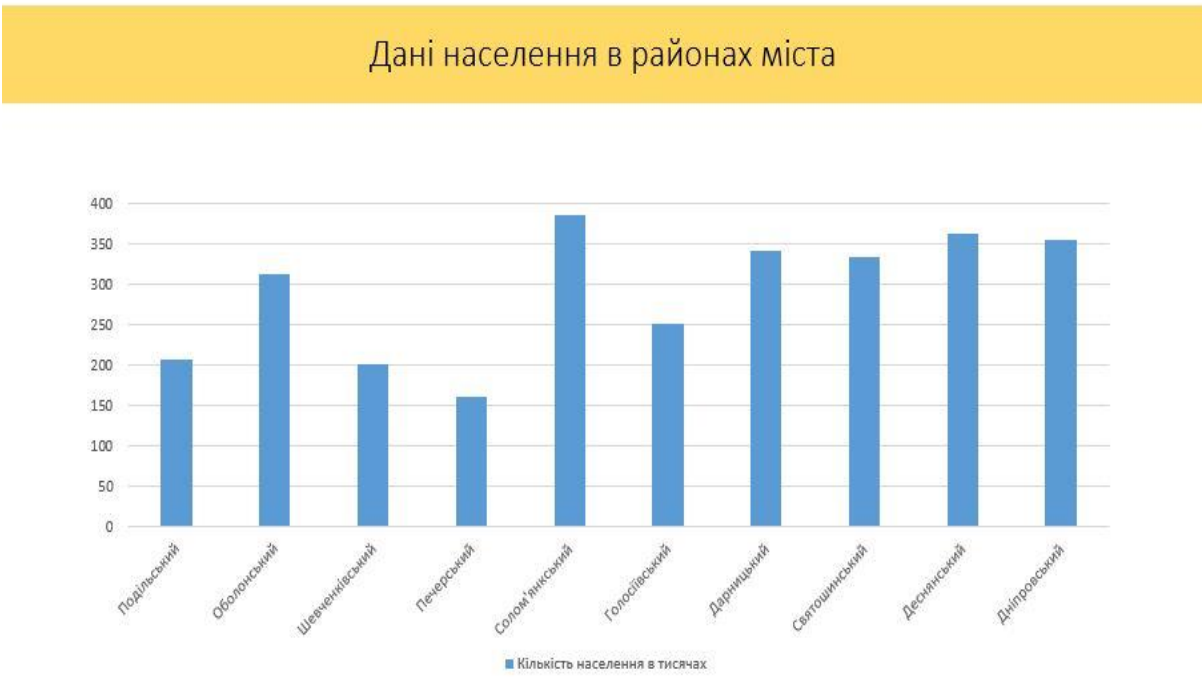


Рис.3.2.Діаграма кількості населення

В новостворену Базу Геопросторових Даних(БГД) були додані раніше узгоджені дані:

1.Озеленені території

2. Будівлі(Житлова забудова)

3.Райони міста

4.Адміністративна межа міста

Рис.3.3.Наповнена База Геопросторових Даних

3.2. Розрахунок забезпеченості населення озелененими територіями загального користування

Використовуючи калькулятор полів,ввів формулу для обчислення площ озеленених об’єктів та порахував їх

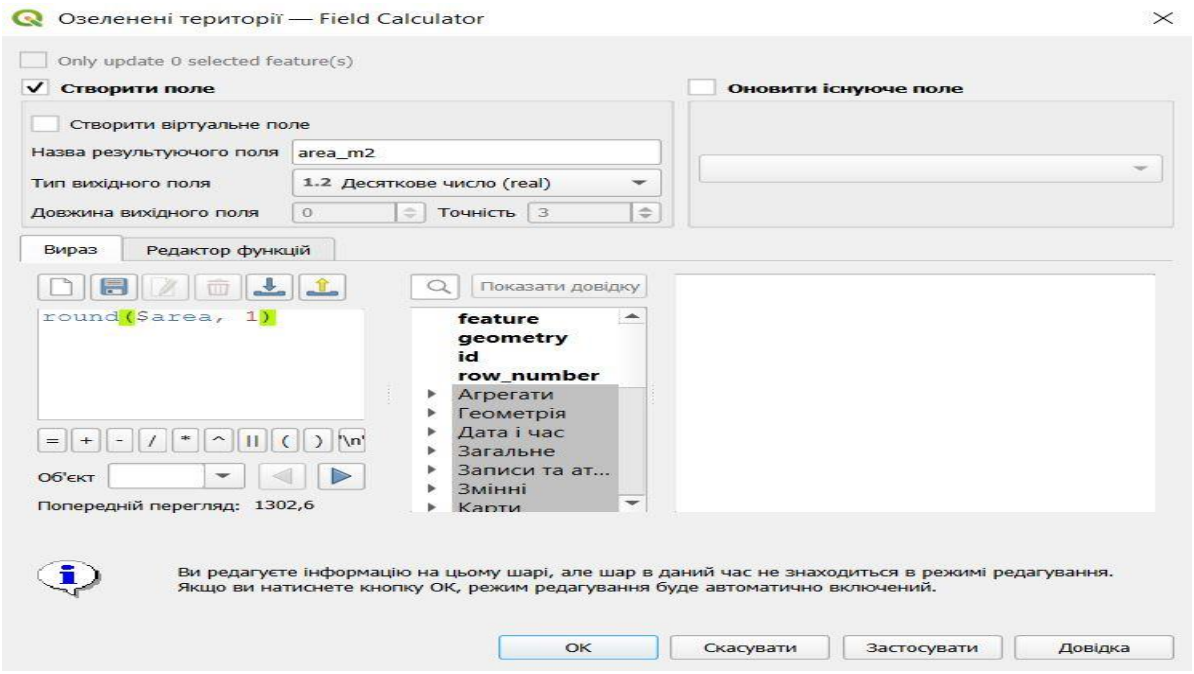
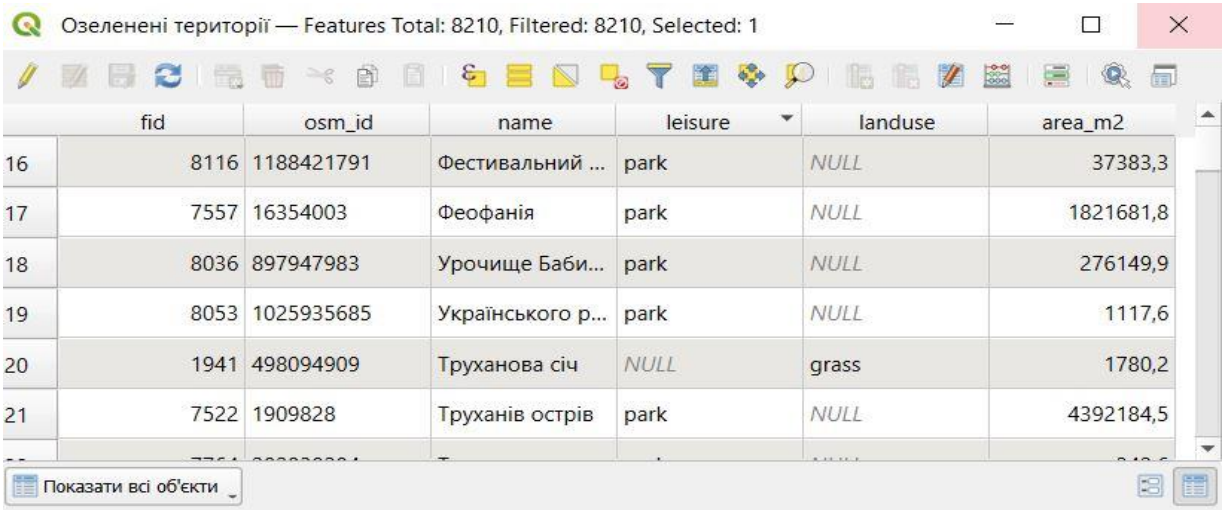


Рис.3.4.Вікно Калькулятора полів



	fid	osm_id	name	leisure	landuse	area_m2
16	8116	1188421791	Фестивальний ...	park	NULL	37383,3
17	7557	16354003	Феофанія	park	NULL	1821681,8
18	8036	897947983	Урочище Баби...	park	NULL	276149,9
19	8053	1025935685	Українського р...	park	NULL	1117,6
20	1941	498094909	Труханова січ	NULL	grass	1780,2
21	7522	1909828	Труханів острів	park	NULL	4392184,5

Рис.3.5.Обраховані площі всіх озеленених об’єктів

Для подальших обрахунків було також використано (Райони міста)

Райони міста — Features Total: 10, Filtered: 10, Selected: 0

	fid	full_id	osm_id	osm_type	boundary	koatuu	name	admin_level	Population
1	5	r1754514	1754514	relation	administrative	8038900000	Солом'янський...	10	384450
2	9	r1754820	1754820	relation	administrative	8036400000	Деснянський р...	10	361997
3	10	r1754781	1754781	relation	administrative	8036600000	Дніпровський ...	10	354461
4	7	r1754757	1754757	relation	administrative	8036300000	Дарницький р...	10	341013
5	8	r1754751	1754751	relation	administrative	8038600000	Святошинськи...	10	334479
6	2	r1754928	1754928	relation	administrative	8038000000	Оболонський ...	10	313230
7	6	r1754513	1754513	relation	administrative	8036100000	Голосіївський ...	10	251026
8	1	r1754975	1754975	relation	administrative	8038500000	Подільський р...	10	207015
9	3	r1755014	1755014	relation	administrative	8039100000	Шевченківськи...	10	201087
10	4	r1755013	1755013	relation	administrative	8038200000	Печерський ра...	10	160637

Рис.3.6.Оновлена атрибутивна таблиця ,,Райони міста’’

Наступним кроком за допомогою інструменту Join Attributes by location(summary) було обраховано кількість озеленених об’єктів в межах районів та знайдено суму площ цих об’єктів

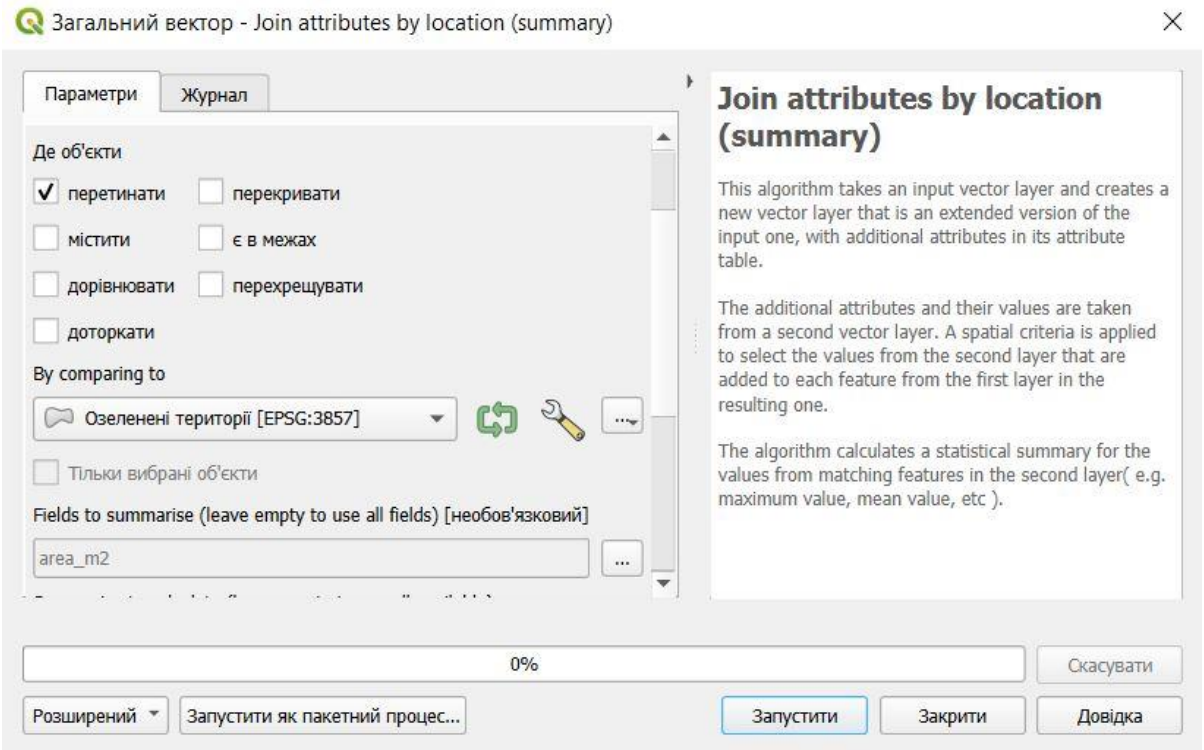
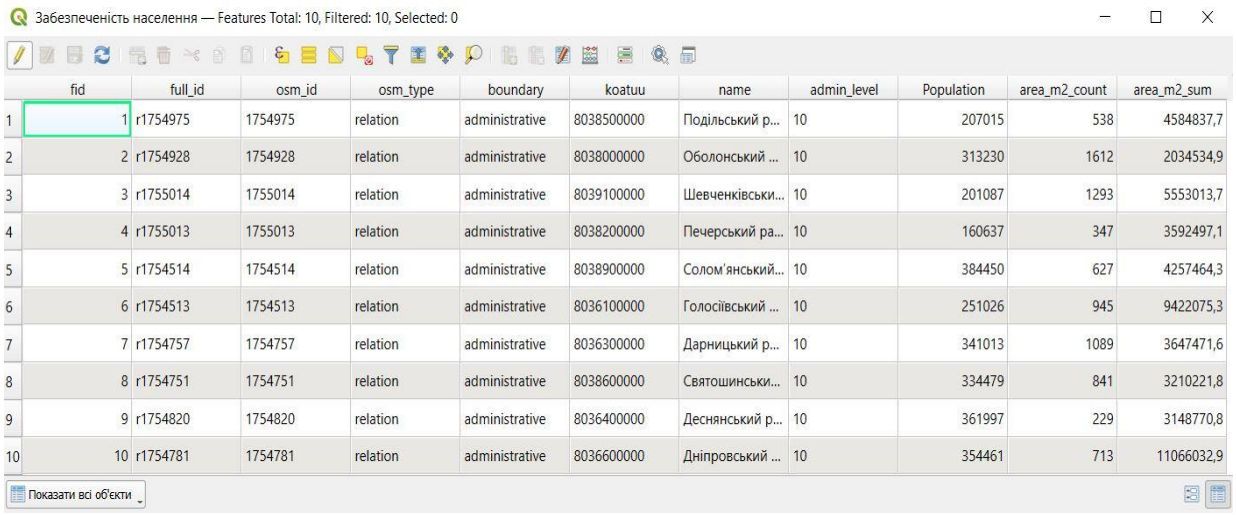


Рис.3.7.Вікно інструмента



	fid	full_id	osm_id	osm_type	boundary	koatuu	name	admin_level	Population	area_m2_count	area_m2_sum
1	1	r1754975	1754975	relation	administrative	8038500000	Подільський р...	10	207015	538	4584837,7
2	2	r1754928	1754928	relation	administrative	8038000000	Оболонський ...	10	313230	1612	2034534,9
3	3	r1755014	1755014	relation	administrative	8039100000	Шевченківськи...	10	201087	1293	5553013,7
4	4	r1755013	1755013	relation	administrative	8038200000	Печерський ра...	10	160637	347	3592497,1
5	5	r1754514	1754514	relation	administrative	8038900000	Солом'янський...	10	384450	627	4257464,3
6	6	r1754513	1754513	relation	administrative	8036100000	Голосіївський ...	10	251026	945	9422075,3
7	7	r1754757	1754757	relation	administrative	8036300000	Дарницький р...	10	341013	1089	3647471,6
8	8	r1754751	1754751	relation	administrative	8038600000	Святошинськи...	10	334479	841	3210221,8
9	9	r1754820	1754820	relation	administrative	8036400000	Деснянський р...	10	361997	229	3148770,8
10	10	r1754781	1754781	relation	administrative	8036600000	Дніпровський ...	10	354461	713	11066032,9

Рис.3.8.Атрибутивна таблиця з сумарними даними площі озеленених об’єктів

Надалі за допомогою Калькулятора полів було обраховано показник м2/особу

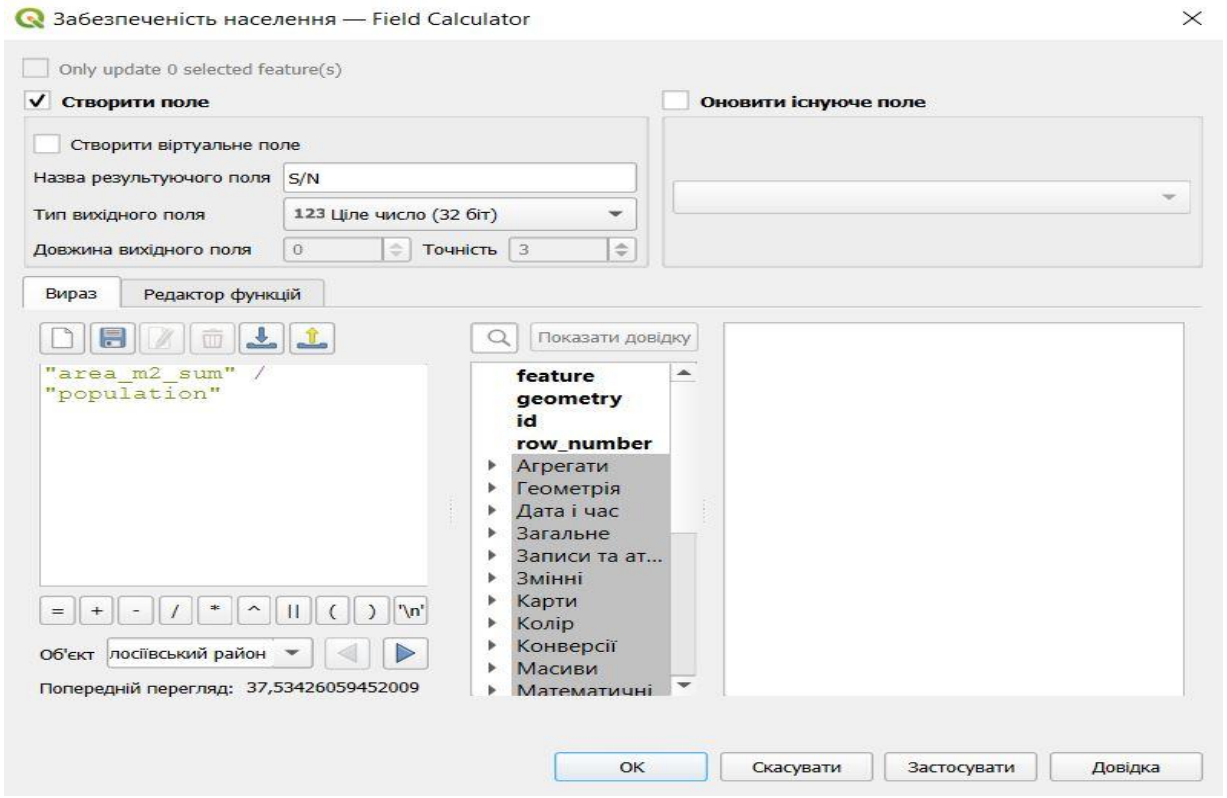
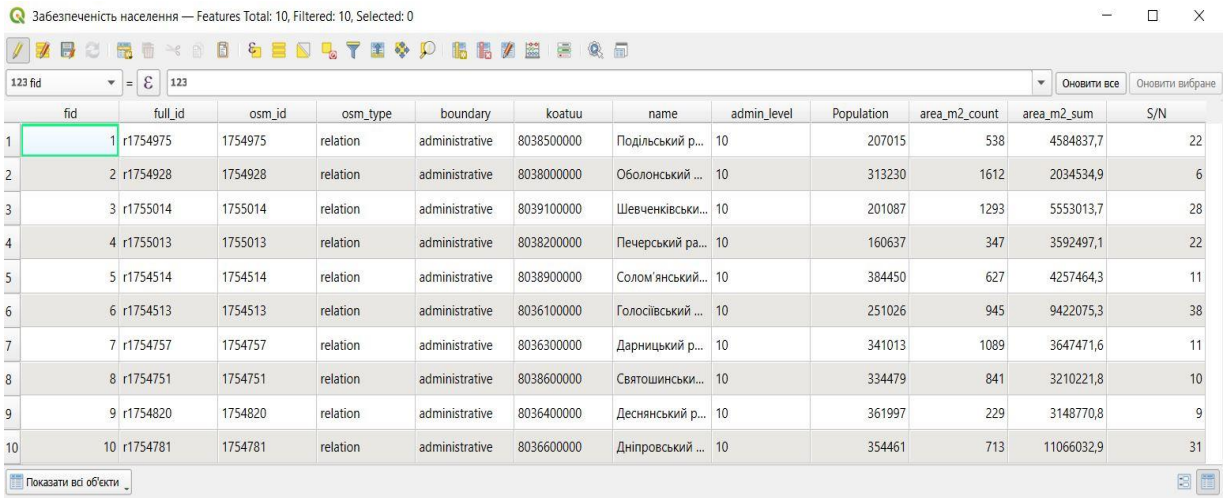


Рис.3.9.Вікно Калькулятора полів



	fid	full_id	osm_id	osm_type	boundary	koatuu	name	admin_level	Population	area_m2_count	area_m2_sum	S/N
1	1	r1754975	1754975	relation	administrative	8038500000	Подільський р...	10	207015	538	4584837,7	22
2	2	r1754928	1754928	relation	administrative	8038000000	Оболонський ...	10	313230	1612	2034534,9	6
3	3	r1755014	1755014	relation	administrative	8039100000	Шевченківськи...	10	201087	1293	5553013,7	28
4	4	r1755013	1755013	relation	administrative	8038200000	Печерський ра...	10	160637	347	3592497,1	22
5	5	r1754514	1754514	relation	administrative	8038900000	Солом'янський...	10	384450	627	4257464,3	11
6	6	r1754513	1754513	relation	administrative	8036100000	Голосіївський ...	10	251026	945	9422075,3	38
7	7	r1754757	1754757	relation	administrative	8036300000	Дарницький р...	10	341013	1089	3647471,6	11
8	8	r1754751	1754751	relation	administrative	8038600000	Святошинськи...	10	334479	841	3210221,8	10
9	9	r1754820	1754820	relation	administrative	8036400000	Деснянський р...	10	361997	229	3148770,8	9
10	10	r1754781	1754781	relation	administrative	8036600000	Дніпровський ...	10	354461	713	11066032,9	31

Рис.3.10.Кінцева атрибутивна таблиця Забезпеченості населення.Значення S/N(м2/особу)

Результатом стала карта Забезпеченості населення

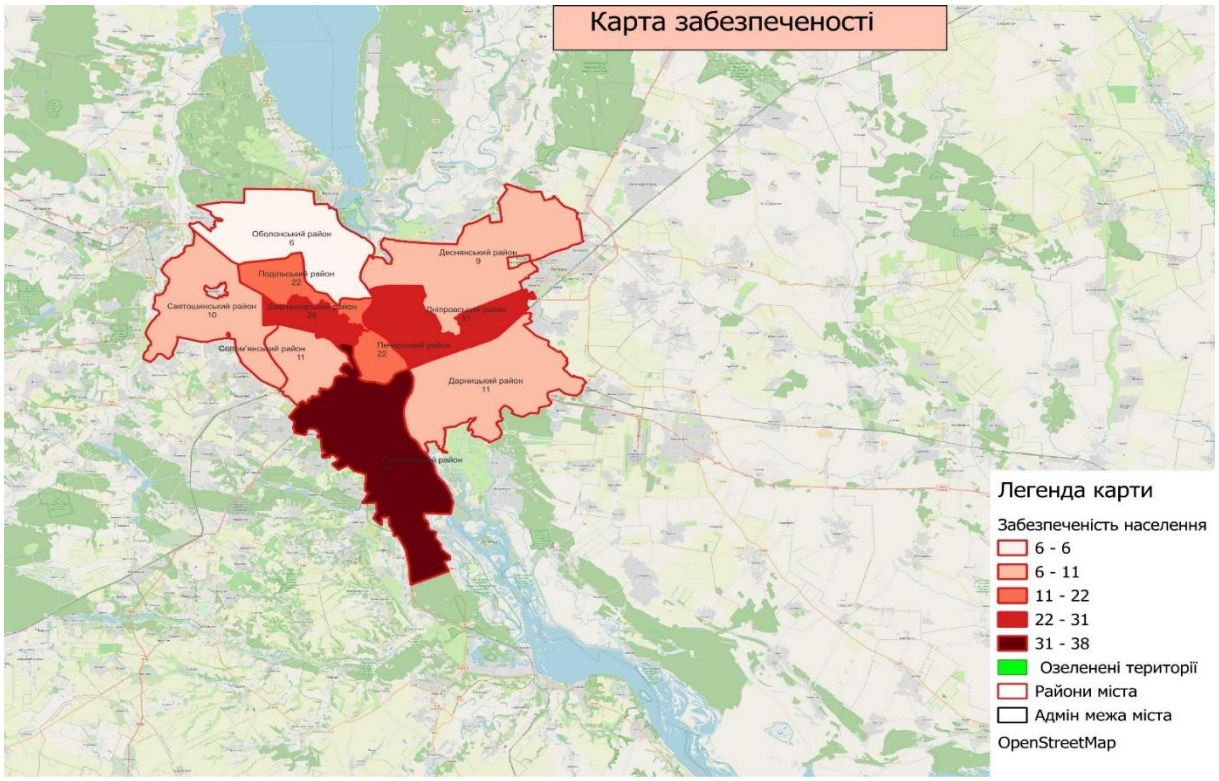


Рис.3.11.Карта забезпеченості озелененими територіями загального користування

Публікація карти забезпеченості відбулась через плагін QGIS Cloud

Для публікації було створено новий проект,в якому були залишені:

Адмін межа міста,Райони міста,Озеленені території,Забезпеченість населення

Назви всіх даних були змінені з кирилиці на латиницю,задля коректної роботи самого плагіна та опублікування результатів

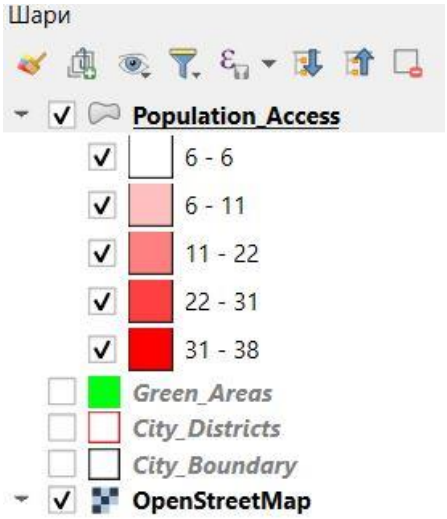


Рис.3.12.Змінені назви даних

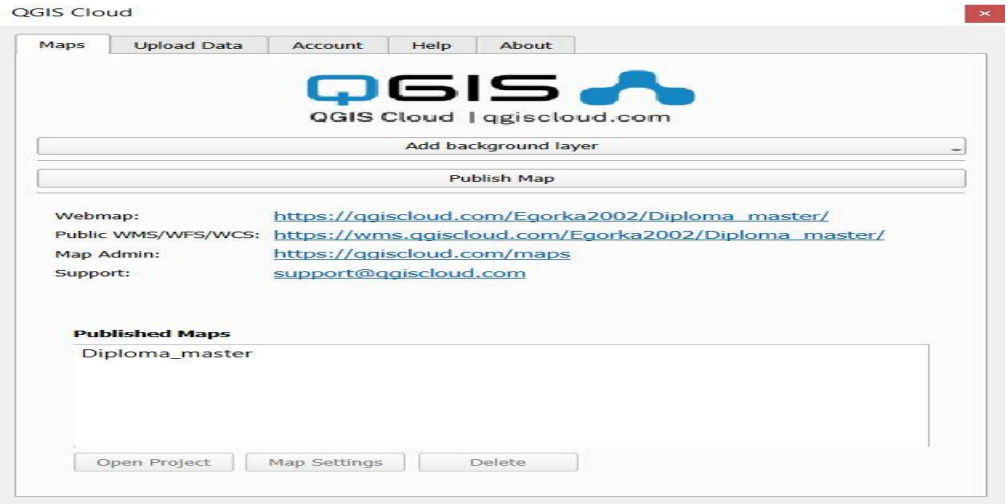


Рис.3.13.Вікно з результатами в QGISCloud

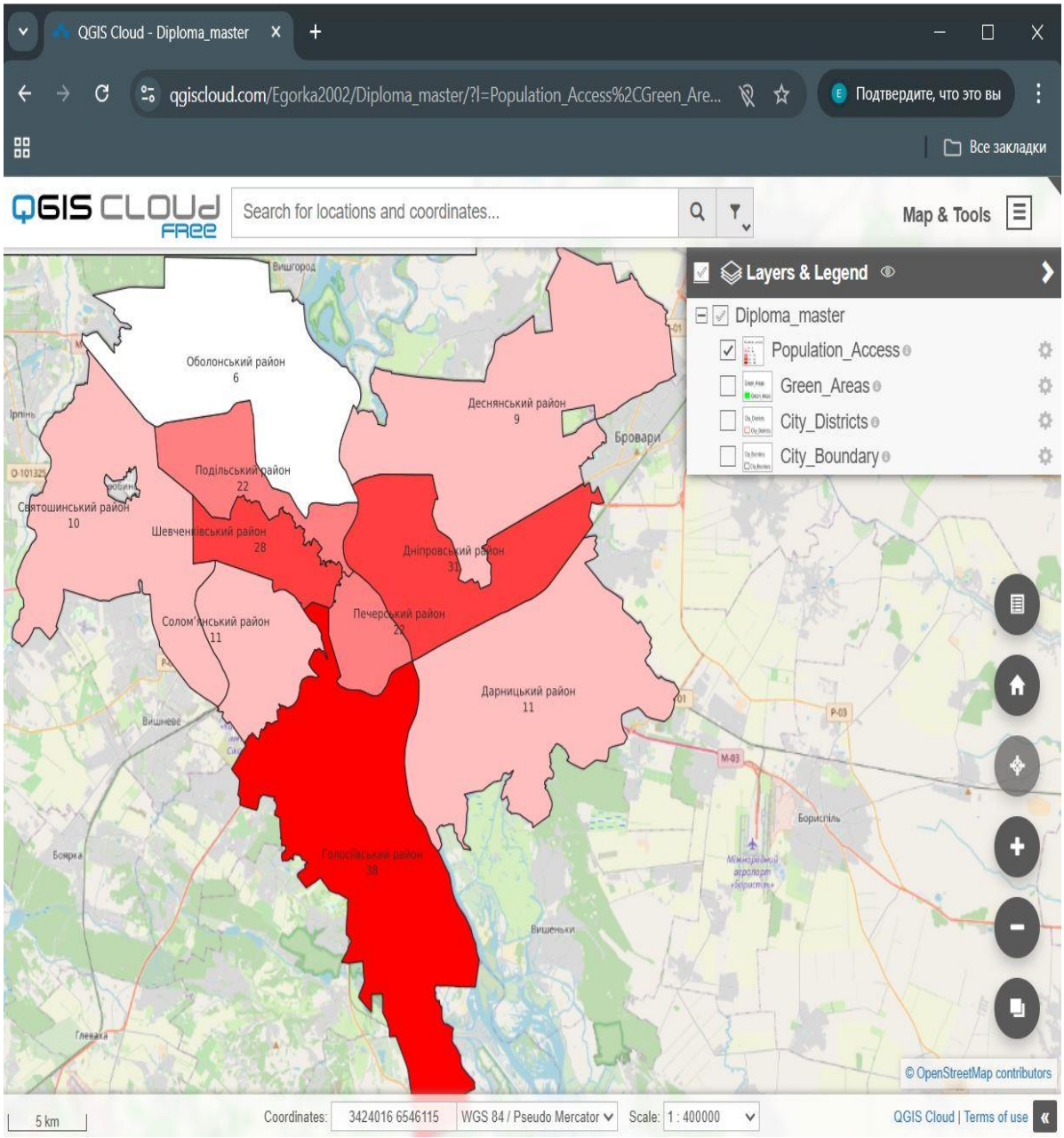


Рис.3.14.Публікація

3.3. Оцінка доступності озеленених територій у радіусі 300 м

Для виконання цього завдання мені знадобились дані озеленених територій міста та даних з житловою забудовою,які були завантажені за допомогою плагіна Quick OSM

Першим кроком було створено центроїди будинків за допомогою інструменту Вектор - Інструменти геометрії – Центроїди

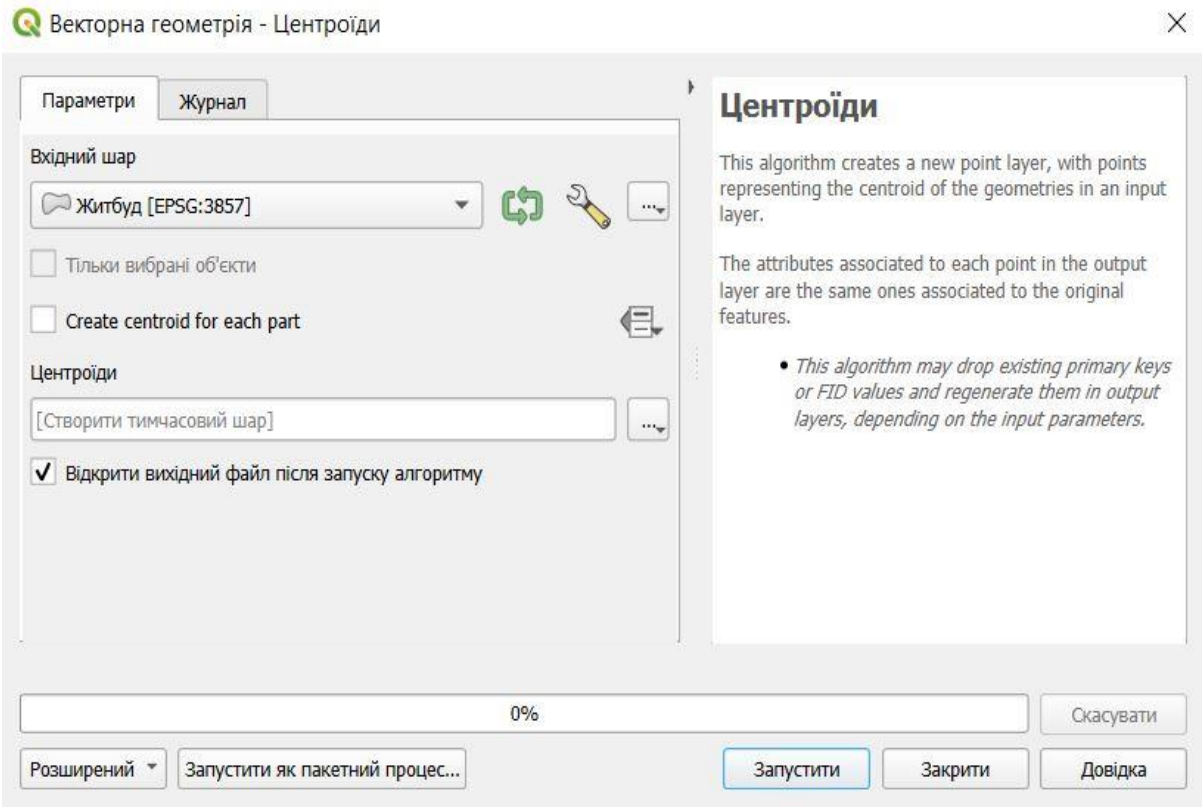
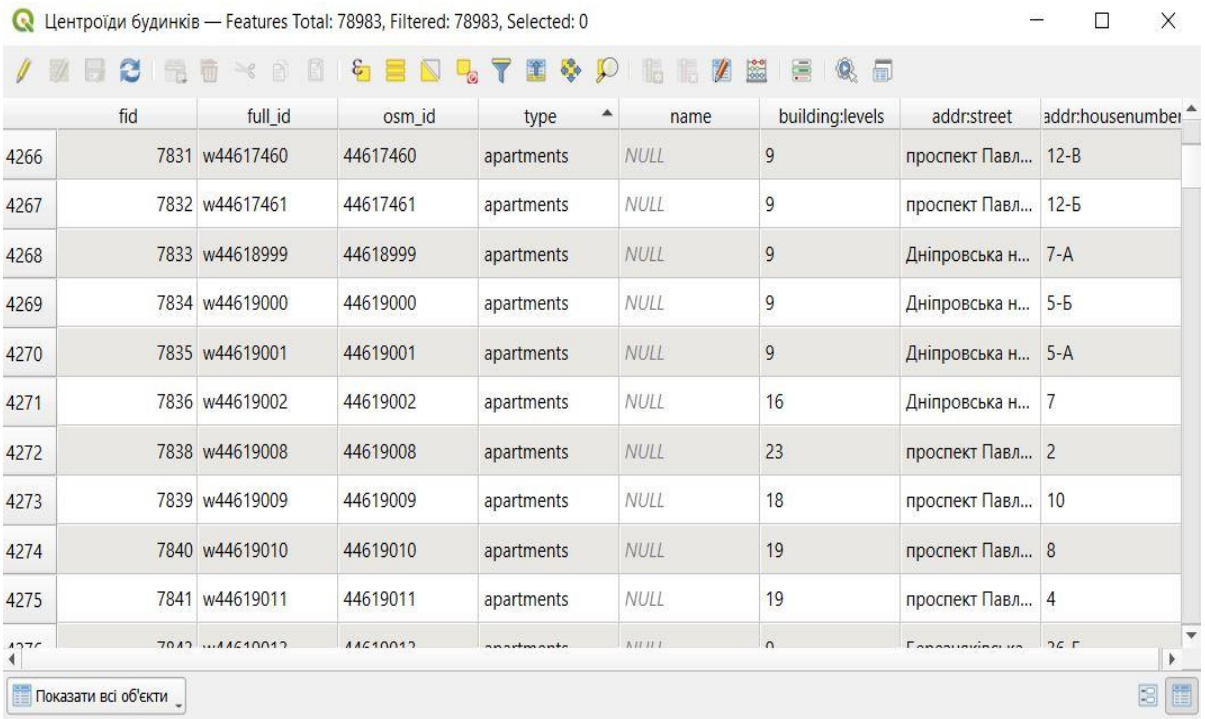


Рис.3.15.Вікно інструменту Центроїди



	fid	full_id	osm_id	type	name	building:levels	addr:street	addr:housenumber
4266	7831	w44617460	44617460	apartments	NULL	9	проспект Павл...	12-В
4267	7832	w44617461	44617461	apartments	NULL	9	проспект Павл...	12-Б
4268	7833	w44618999	44618999	apartments	NULL	9	Дніпровська н...	7-А
4269	7834	w44619000	44619000	apartments	NULL	9	Дніпровська н...	5-Б
4270	7835	w44619001	44619001	apartments	NULL	9	Дніпровська н...	5-А
4271	7836	w44619002	44619002	apartments	NULL	16	Дніпровська н...	7
4272	7838	w44619008	44619008	apartments	NULL	23	проспект Павл...	2
4273	7839	w44619009	44619009	apartments	NULL	18	проспект Павл...	10
4274	7840	w44619010	44619010	apartments	NULL	19	проспект Павл...	8
4275	7841	w44619011	44619011	apartments	NULL	19	проспект Павл...	4

Рис.3.16.Атрибутивна таблиця Центроїдів будинків

Наступним кроком було створено навколо зелених зон буферів радіусом в 300 м

Для цього використовувався інструмент Вектор – Інструменти геобробки – Буфер

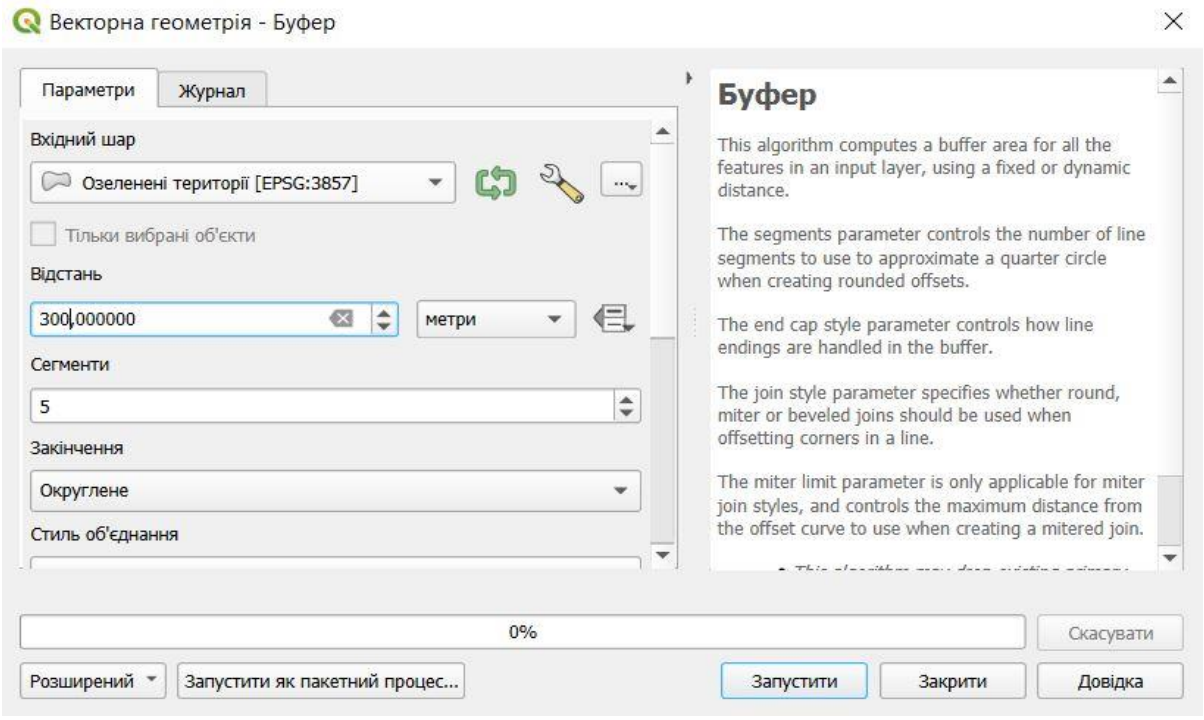


Рис.3.17.Вікно Буферу з параметрами

В подальшому було визначено будинки що входять в 300 м радіусну зону найближчого озелененого об’єкта загального користування

Інструмент Векторна вибірка – Вибрати за розташуванням

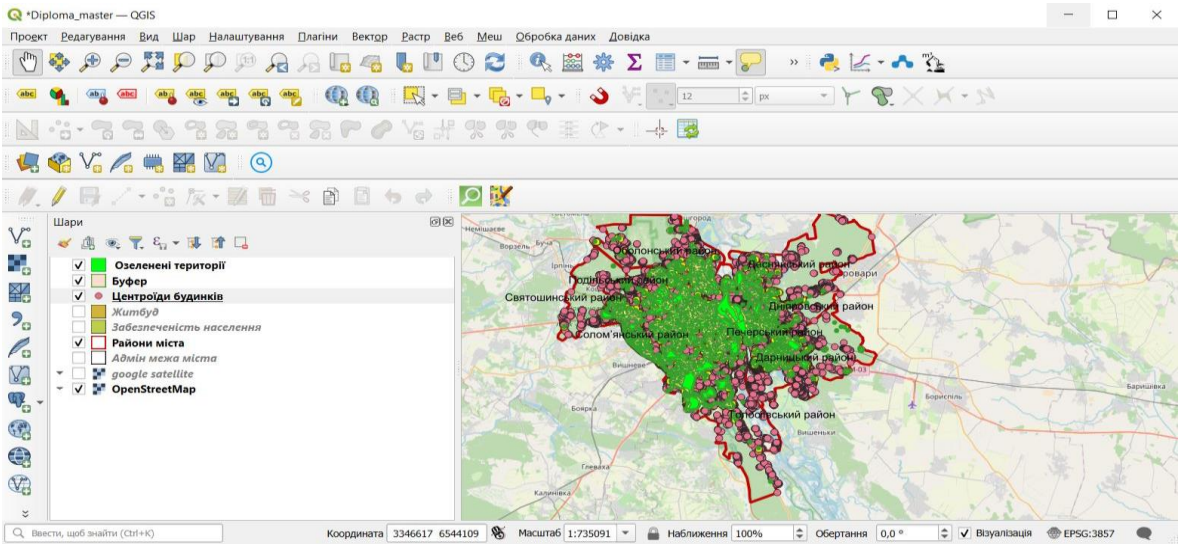


Рис.3.18.Вікно результатів з вибіркою розташування

Далі було визначено кількість будинків міста що входять в 300 м радіусну зону найближчого озелененого об’єкта загального користування (38 643),та ті що не входять (40 340).

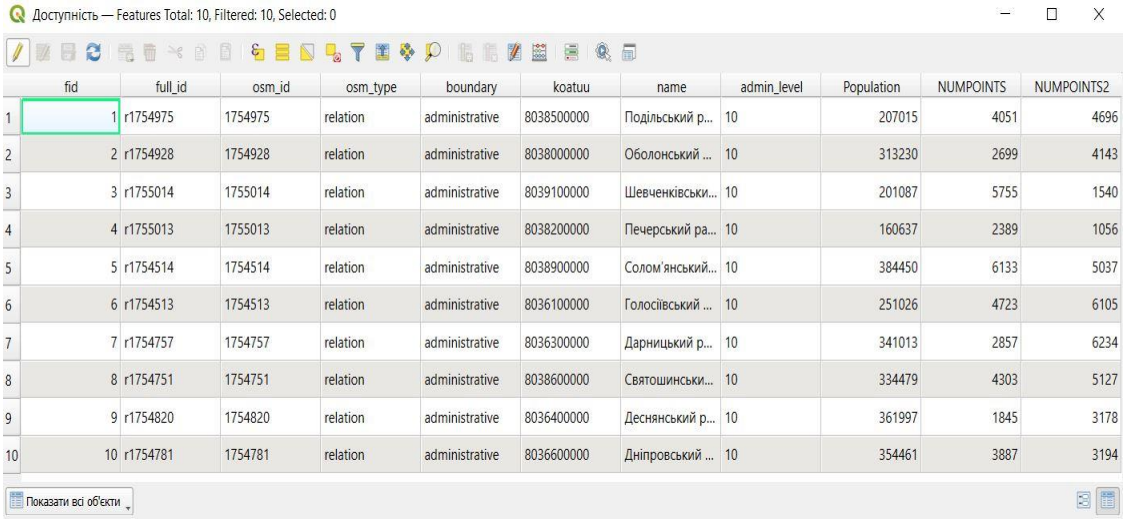
Відсоток забезпеченості доступністю : 38 643 / 78 983 * 100 = 48.9 %

Відсоток не забезпечених: 40 340 / 78 983 * 100 = 51.1 %

За результатами просторового аналізу доступності озеленених територій загального користування було визначено, що 38 643 будівель (48,9 %) розташовані в межах нормативної доступності 300 метрів, рекомендованої ВООЗ. Водночас 40 340 будівель (51,1 %) не потрапляють у зону доступності зелених територій. Це свідчить про нерівномірність просторового розподілу зелених зон та наявність значної частки міської забудови з недостатнім рівнем рекреаційного забезпечення.

Тепер можна провести обрахунки по кожному району

Спочатку за допомогою Інструменти аналізу – Підрахунок точок в полігоні, для районів було обраховано кількість будинків що входять в зону доступності(NUMPOINTS) та ті що не входять(NUMPOINTS2)

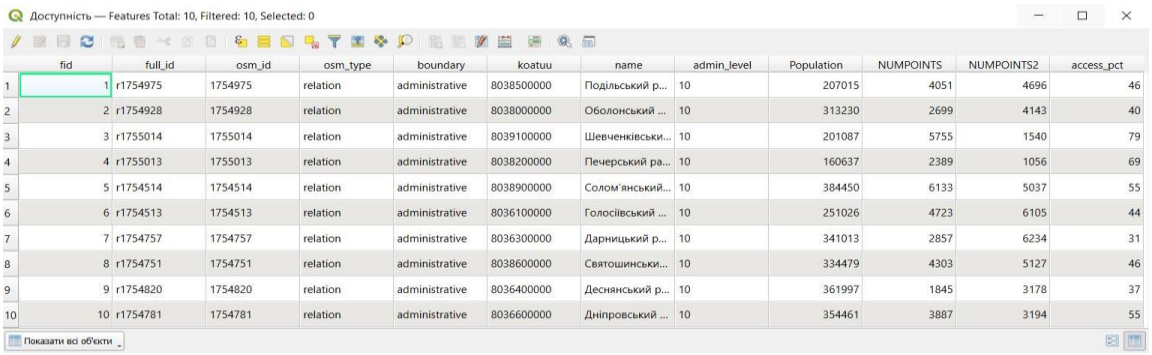

Доступність — Features Total: 10, Filtered: 10, Selected: 0

	fid	full_id	osm_id	osm_type	boundary	koatuu	name	admin_level	Population	NUMPOINTS	NUMPOINTS2
1	1	r1754975	1754975	relation	administrative	8038500000	Подільський р...	10	207015	4051	4696
2	2	r1754928	1754928	relation	administrative	8038000000	Оболонський ...	10	313230	2699	4143
3	3	r1755014	1755014	relation	administrative	8039100000	Шевченківськи...	10	201087	5755	1540
4	4	r1755013	1755013	relation	administrative	8038200000	Печерський ра...	10	160637	2389	1056
5	5	r1754514	1754514	relation	administrative	8038900000	Солом'янський...	10	384450	6133	5037
6	6	r1754513	1754513	relation	administrative	8036100000	Голосіївський ...	10	251026	4723	6105
7	7	r1754757	1754757	relation	administrative	8036300000	Дарницький р...	10	341013	2857	6234
8	8	r1754751	1754751	relation	administrative	8038600000	Святошинськи...	10	334479	4303	5127
9	9	r1754820	1754820	relation	administrative	8036400000	Деснянський р...	10	361997	1845	3178
10	10	r1754781	1754781	relation	administrative	8036600000	Дніпровський ...	10	354461	3887	3194

Показати всі об'єкти

Рис.3.19.Атрибутивна таблиця Доступності

Опісля цього за допомогою Калькулятора полів було обраховано відсоток будинків що входять в зону доступності для кожного району


Доступність — Features Total: 10, Filtered: 10, Selected: 0

	fid	full_id	osm_id	osm_type	boundary	koatuu	name	admin_level	Population	NUMPOINTS	NUMPOINTS2	access_pct
1	1	r1754975	1754975	relation	administrative	8038500000	Подільський р...	10	207015	4051	4696	46
2	2	r1754928	1754928	relation	administrative	8038000000	Оболонський ...	10	313230	2699	4143	40
3	3	r1755014	1755014	relation	administrative	8039100000	Шевченківськи...	10	201087	5755	1540	79
4	4	r1755013	1755013	relation	administrative	8038200000	Печерський ра...	10	160637	2389	1056	69
5	5	r1754514	1754514	relation	administrative	8038900000	Солом'янський...	10	384450	6133	5037	55
6	6	r1754513	1754513	relation	administrative	8036100000	Голосіївський ...	10	251026	4723	6105	44
7	7	r1754757	1754757	relation	administrative	8036300000	Дарницький р...	10	341013	2857	6234	31
8	8	r1754751	1754751	relation	administrative	8038600000	Святошинськи...	10	334479	4303	5127	46
9	9	r1754820	1754820	relation	administrative	8036400000	Деснянський р...	10	361997	1845	3178	37
10	10	r1754781	1754781	relation	administrative	8036600000	Дніпровський ...	10	354461	3887	3194	55

Показати всі об'єкти

Рис.3.20.Оновлена атрибутивна таблиця Доступності з відсотковими показниками

В кінцевому результаті був створений макет (Карта доступності)

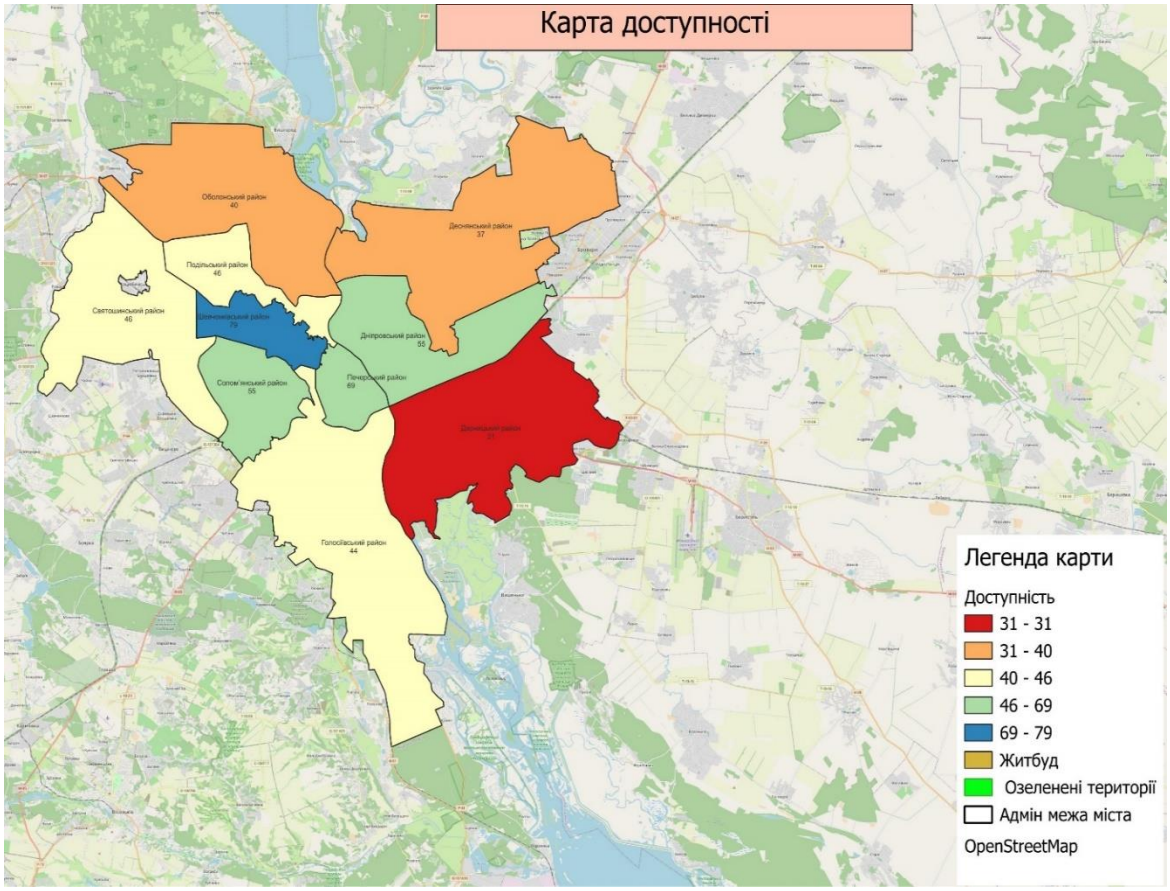


Рис.3.21.Карта доступності

3.4.Інтерпретація результатів та рекомендації щодо вдосконалення системи озеленення

У результаті проведеного геопросторового аналізу озеленених територій загального користування міста Києва отримано комплекс кількісних і просторових показників, що дозволяють здійснити узагальнену оцінку рівня забезпеченості населення зеленими зонами та виявити основні просторові диспропорції їх розміщення. Інтерпретація отриманих результатів ґрунтується на порівнянні фактичних значень показників із чинними нормативами та міжнародними рекомендаціями, а також на аналізі просторових закономірностей розподілу зелених територій у межах міста.

За результатами розрахунків показника забезпеченості населення озелененими територіями загального користування (м²/особу) встановлено, що рівень озеленення районів міста є нерівномірним. Частина

адміністративних районів характеризується відносно високими показниками забезпеченості, тоді як в окремих районах спостерігається суттєвий дефіцит зелених зон.

Порівняльний аналіз із нормативними значеннями показав, що не всі райони відповідають мінімальним вимогам, встановленим національними будівельними нормами (9–12 м²/особу), а тим більше рекомендаціям міжнародних організацій, згідно з якими оптимальний рівень забезпеченості зеленими зонами становить 20–25 м²/особу. Райони, у яких зафіксовано значення нижче нормативного рівня, можуть бути віднесені до зон підвищеного екологічного навантаження та зниженого рекреаційного потенціалу.До таких районів можна віднести Оболонський,де рівень забезпеченості 6 м²/особу.Декілька районів входять в проміжок 9–12 м²/особу

Окрему увагу приділено аналізу доступності озеленених територій у межах пішохідної досяжності. Результати побудови буферних зон радіусом 300 м навколо зелених територій свідчать про те, що значна частина житлової забудови розташована поза межами комфортної доступності зелених зон. Це особливо характерно для районів із щільною забудовою, де історично склалася нестача вільних територій для формування нових рекреаційних просторів.

Таблиця 3.1.

Основні напрями вдосконалення системи озеленення міста Києва

№	Напрям удосконалення	Сутність заходів	Очікуваний ефект
1	Збільшення площі озеленених територій загального користування	Створення нових парків, скверів і зелених зон у районах із недостатнім рівнем озеленення	Підвищення показника забезпеченості населення зеленими зонами (м²/особу)
2	Формування локальних зелених просторів	Облаштування скверів, міні-парків і зелених дворів у межах щільної житлової забудови	Покращення рекреаційних умов проживання та доступності зелених зон
3	Розвиток зелених коридорів	Поєднання окремих зелених територій у єдину систему за допомогою бульварів, набережних і алей	Підвищення просторової зв’язності зеленого каркасу міста
4	Урахування показників доступності при плануванні забудови	Аналіз пішохідної доступності (радіус 300 м) при проєктуванні нових житлових кварталів	Забезпечення рівного доступу населення до зелених зон
5	Використання ГІС для моніторингу	Регулярне оновлення геопросторових даних та аналіз змін зелених насаджень	Підвищення ефективності управління зеленими територіями

З урахуванням отриманих результатів було сформульовано основні рекомендації щодо вдосконалення системи озеленення міста Києва(*Таблиця 3.1.)*

Таким чином, результати апробації запропонованої методики геопросторового аналізу на прикладі міста Києва підтверджують її ефективність для оцінювання стану озеленених територій загального користування. Отримані дані можуть бути використані органами місцевого

самоврядування та фахівцями у сфері містобудування для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на підвищення екологічної комфортності та якості життя населення.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломної роботи здійснено практичну апробацію розробленої методики геопросторового аналізу озеленених територій загального користування на прикладі міста Києва. Для цього було використано відкриті геопросторові та статистичні дані, інтегровані в єдину базу геопросторових даних у середовищі QGIS.

У ході дослідження сформовано та узгоджено просторові шари адміністративних районів міста, озеленених територій, житлової забудови та чисельності населення. Це забезпечило можливість коректного розрахунку показників забезпеченості населення зеленими зонами та оцінки їх просторового розподілу.

Результати розрахунків показали наявність суттєвої нерівномірності забезпеченості населення озелененими територіями загального користування в межах міста Києва. Встановлено, що окремі райони не відповідають мінімальним нормативним значенням, визначеним національними будівельними нормами, а також рекомендаціям міжнародних організацій, що свідчить про підвищене екологічне навантаження на ці території.

Аналіз доступності озеленених територій у радіусі 300 метрів показав, що понад половина житлової забудови міста розташована поза межами комфортної пішохідної досяжності зелених зон. Це вказує на потребу врахування показників доступності при подальшому плануванні міського розвитку та реконструкції забудови.

На основі отриманих результатів сформульовано практичні рекомендації щодо вдосконалення системи озеленення міста Києва, зокрема шляхом збільшення площ зелених зон, формування локальних рекреаційних просторів, розвитку зелених коридорів та впровадження геоінформаційних технологій для постійного моніторингу.

Загалом результати апробації підтверджують ефективність запропонованої методики та можливість її використання як інструменту підтримки управлінських рішень у сфері сталого розвитку міського середовищ

ВИСНОВОК

У дипломній роботі виконано комплексне дослідження стану озеленених територій загального користування з використанням методів геопросторового аналізу на прикладі міста Києва. Актуальність роботи зумовлена зростанням антропогенного навантаження на міське середовище, нерівномірним розподілом зелених зон та необхідністю впровадження сучасних інструментів оцінювання екологічної та рекреаційної забезпеченості міських територій.

У першому розділі проаналізовано теоретичні та методичні підходи до оцінки і моніторингу озеленених територій загального користування, зокрема національні та міжнародні практики, що застосовуються у сфері міського озеленення. Розглянуто нормативно-правове забезпечення формування та використання зелених зон в Україні, а також рекомендації міжнародних організацій щодо мінімальних показників забезпеченості населення зеленими територіями. Окрему увагу приділено інформаційному забезпеченню геопросторового аналізу, визначено основні джерела просторових та статистичних даних і обґрунтовано доцільність використання геоінформаційних технологій у дослідженнях міського середовища.

У другому розділі розроблено методику геопросторового аналізу озеленених територій загального користування, яка поєднує етапи збору, підготовки, інтеграції та аналізу просторових даних. Обґрунтовано вибір геоінформаційної системи QGIS як основного інструментального середовища дослідження та охарактеризовано її функціональні можливості для виконання просторового й атрибутивного аналізу. Сформовано базу геопросторових даних у форматі GeoPackage, що забезпечило цілісність і структурованість інформації, необхідної для подальших розрахунків показників забезпеченості та доступності озеленених територій.

У третьому розділі здійснено апробацію розробленої методики на прикладі міста Києва. На основі відкритих геопросторових і статистичних даних виконано розрахунок показника забезпеченості населення озелененими

територіями загального користування (м²/особу) у розрізі адміністративних районів міста. Результати аналізу засвідчили нерівномірний розподіл зелених зон та наявність районів із показниками, нижчими за встановлені національні нормативи та міжнародні рекомендації.

Додатково проведено оцінку доступності озеленених територій у межах пішохідної досяжності радіусом 300 метрів. Встановлено, що значна частина житлової забудови міста розташована поза межами нормативної доступності зелених зон, що свідчить про необхідність удосконалення просторової організації зеленого каркасу міста. Отримані результати було візуалізовано у вигляді тематичних карт, що дозволило наочно відобразити просторові диспропорції та проблемні зони.

На основі проведеного аналізу сформульовано рекомендації щодо вдосконалення системи озеленення міста Києва, зокрема шляхом збільшення площ озеленених територій загального користування, формування локальних зелених просторів у межах житлової забудови, розвитку зелених коридорів та впровадження геоінформаційних технологій для постійного моніторингу стану зелених насаджень.

Отримані результати підтверджують ефективність застосування геопросторового аналізу як інструменту оцінювання стану озеленених територій загального користування та можуть бути використані органами місцевого самоврядування, фахівцями з містобудування й екології для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на підвищення екологічної комфортності та якості життя населення міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1) World Health Organization. Urban green spaces and health: A review of evidence. – Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2016. – 92 p.

2) Beatley T. *Green urbanism: Learning from European cities*. – Washington, DC : Island Press, 2000. – 491 p.

3) Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., Rhind D. W. *Geographic Information Systems and Science*. – 4th ed. – Hoboken : Wiley, 2015. – 560 p.

4)European Space Agency. Sentinel-2 User Handbook. – ESA Standard Document, 2015. – 64 p.

5)Бакова Н. В., Карпінський Ю. О. Геоінформаційне забезпечення оцінювання міських зелених зон

6)ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій»;

7) ДБН Б.2.2-5:2011 «Благоустрій територій»

8)Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України (2001 р.);

9) *Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України* (Наказ Мінбуду №105 від 10.04.2006 р.).

10) Директива INSPIRE

URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_002-07#Text

11)*Програмне забезпечення QGIS*

URL:https://qgis.org/uk/site/

12) PortalGis.pro

URL:https://portalgis.pro/geoinformaczijni-systemy/rozshyryuyemo-mozhlyvosti-instrumenty-shho-roblyat-qgis-shhe-potuzhnishym/

13)Набір даних з OSM

(URL:https://www.openstreetmap.org/#map=6/49.944/37.793)

14)Головне управління статистики у м.Києві

URL:http://www.kyiv.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=1123&lang=1