

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

На правах рукопису

ЖОВНІР АНГЕЛІНА ОЛЕКСАНДРІВНА

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗАКЛАДІВ
ГРОМАДСЬКО-ПОБУТОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
НА ПРИКЛАДІ М. ЛУЦЬК**

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій
Освітня програма Геодезія та землеустрій
Робота на здобуття другого (магістерського) освітнього рівня

Науковий керівник:
Іванчук Олег Михайлович
доктор технічних наук, професор

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ
Протокол №
засідання кафедри геодезії,
землевпорядкування і кадастру
Від . . 2024 р.

Завідувач кафедри
д.т.н., проф. А.В. Уль_____

ЛУЦЬК - 2024

Анотація

Жовнір А.О. *Геоінформаційний аналіз закладів громадсько-побутового обслуговування на прикладі м. Луцьк. Кваліфікаційна робота на правах рукопису. –ВНУ імені Лесі Українки, МОН України, Луцьк, –2024. -61 с.*

В магістерській роботі розглянуто основні принципи організації сельбищних територій населених пунктів. Встановлено, що формування найвищого рівня системи громадського обслуговування залежить від розміру структурного елемента або самого населеного пункту. В даній роботі ми намагались здійснити геоінформаційний аналіз території міста Луцьк із використанням сервісу відкритих даних OpenStreetMap.

Встановлено, що найкраще забезпечені закладами громадського обслуговування мікрорайони із великою чисельністю населення та багатоповерховою забудовою. На основі методу побудови ізохорн побудовано карти пішої доступності для закладів громадського обслуговування, що досліджувались в даній роботі.

Ключові слова: *геоінформаційні системи, заклади громадського обслуговування, радіуси доступності, Ізохорни.*

Annotation

Zhovnir A.O. *Geoinformation analysis of the institutions of the public service on the example of the city of Lutsk. Qualification work on the rights of the manuscript. -Lesya Ukrainka National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lutsk, -2024. -61 p.*

The master's thesis deals with the basic principles of organization of rural areas of settlements. It is established that the formation of the highest level of the public service system depends on the size of the structural element or the settlement itself. In this paper, we tried to carry out a geographic information analysis of the territory of the city of Lutsk using the OpenStreetMap open data service.

It has been established that neighborhoods with a large population and multi-storey buildings are best provided with public service facilities. Based on the method

of isochord construction, the maps of walking distance for public service institutions studied in this paper were constructed.

Keywords: *geographic information systems, public service facilities, accessibility radii, isochrons.*

ЗМІСТ

ВСТУП 5

РОЗДІЛ 1. СИСТЕМА СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА 7

- 1.1. Зона громадської забудови 7
- 1.2. Типи планувальних рішень загальноміських центрів:..... 9
- 1.3. Установи та організації громадського обслуговування..... 10
- 1.4. Структура і функції міського центру..... 13

РОЗДІЛ 2. Джерела геопросторових даних..... 15

- 2.1. Дані Open Street Map 15
- 2.2. властивості карт OSM 16
- 2.3. Рельєф на картах OSM 20
- 2.4. POI - точки інтересу..... 21
- 2.5. Отримання даних OSM 22
- 2.6. Методи отримання даних OSM 23
- 2.7. Використання OSM даних в QGIS 24
- 2.8. Переваги та недоліки використання даних OSM у QGIS 26

РОЗДІЛ 3. Геоінформаційний аналіз громадсько-побутового обслуговування м. Луцька 27

- 3.1. Загальна характеристика 27
- 3.2. Дані використані в дослідженні 30
- 3.3. Моделювання за допомогою ізохорн..... 35

ВИСНОВКИ 39

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 40

ДОДАТКИ..... 43

ДОДАТОК А..... 44

Вступ

Актуальність теми.

Актуальність дослідження доступності закладів громадського обслуговування визначається їхньою ключовою роллю у забезпеченні комфортного та якісного життя населення. У сучасних умовах, коли урбанізація і зростання міського населення супроводжуються нерівномірним розвитком інфраструктури, доступність цих закладів стає не лише соціальною, але й стратегічною проблемою.

Одним із головних викликів є створення умов, за яких кожен житель, незалежно від свого місця проживання, матиме рівні можливості користуватися базовими послугами: медичними, освітніми, торгівельними тощо. Недостатня або нерівномірна доступність таких закладів може поглиблювати соціальні нерівності, спричиняти економічні втрати та знижувати якість життя громади.

Дослідження цієї теми також важливе у контексті демографічних змін, таких як старіння населення чи міграційні процеси, що формують нові запити до громадської інфраструктури. Крім того, кліматичні виклики та необхідність адаптації міст до екстремальних погодних умов акцентують увагу на необхідності стратегічного планування доступності закладів, щоб забезпечити безперервність їх функціонування.

У контексті сучасних цифрових технологій і розвитку геоінформаційних систем з'являються нові можливості для просторового аналізу доступності, що дозволяє приймати більш обґрунтовані управлінські рішення. Однак ці технології вимагають розробки чітких методологій аналізу, інтеграції з актуальними даними та адаптації до локальних умов, що додає темі додаткової наукової і практичної значущості.

Отже, питання доступності закладів громадського обслуговування виходить за межі міського планування і стає багатопрофільним завданням, яке вимагає комплексного підходу, включаючи економічні, соціальні, екологічні та технологічні аспекти. Це робить дослідження в цій сфері актуальними для розробки стратегій сталого розвитку громад і міст.

Об'єкт дослідження геоінформаційні методи аналізу території населених пунктів

Предмет дослідження заклади громадсько-побутового обслуговування м. Луцька

Мета дослідження проаналізувати забезпеченість території м. Луцька закладами громадсько-побутового обслуговування.

Мета цієї роботи передбачає виконання наступних **завдань**:

- Провести аналіз нормативної бази, що стосується розміщення закладів громадсько-побутового обслуговування.
- Дослідити можливість отримання базового набору геопросторових даних із сервісу OpenStreetMap.
- Проаналізувати та картографувати зони пішої доступності до вищевказаних закладів.

Методи дослідження — методологія дослідження базується на наукових досягненнях, які включають імпорт відкритих даних, буферний аналіз, просторове накладання, геостатистичний аналіз, аналіз доступності, картографічне моделювання, моделювання просторових процесів.

Практичне значення одержаних результатів отримані в роботі дані можуть бути використані для глибшого подальшого аналізу процесі розвитку міста Луцьк, розробки концепцій подальшого розвитку тощо

Структура і обсяг роботи - Випускна кваліфікаційна робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 36 найменувань та додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 42 сторінки основного тексту, у тому числі 15 рисунків

РОЗДІЛ 1. СИСТЕМА СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА

1.1. ЗОНА ГРОМАДСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Сельбищні території призначені для забезпечення комфортного життєвого середовища, яке відповідає соціальним, екологічним та містобудівним вимогам, необхідним для підтримання життєдіяльності населення, включаючи його демографічне та соціальне відтворення [1–3].

Основним принципом організації сельбищних територій є задоволення соціально-культурних потреб населення при раціональному використанні міських земель.

Архітектурно-планувальну структуру сельбищних територій необхідно формувати у взаємозв'язку з іншими ключовими типами міських територій, такими як виробничі, ландшафтні та рекреаційні [4].

Установи й організації громадського обслуговування слід розташовувати поблизу місць проживання і роботи населення, інтегруючи їх у громадські центри (зони зосередження закладів і підприємств для обслуговування населення). Це має здійснюватися з урахуванням транспортної доступності й організації ефективної системи громадського транспорту, формуючи території як зони громадської забудови.

Зона громадської забудови повинна бути організована як функціонально-просторова система центрів, що включає багатофункціональні та спеціалізовані об'єкти, гармонійно інтегровані в соціально-планувальну структуру населеного пункту [5].

Громадська забудова має формуватися:

- у місцях найбільшої концентрації денного населення;
- у межах центральних частин міста та інших населених пунктів уздовж головних вулиць і площ.

Для малих міст [6] доцільно створювати єдиний громадський центр, який об'єднує всі ключові функції обслуговування населення (рис. 1.1).

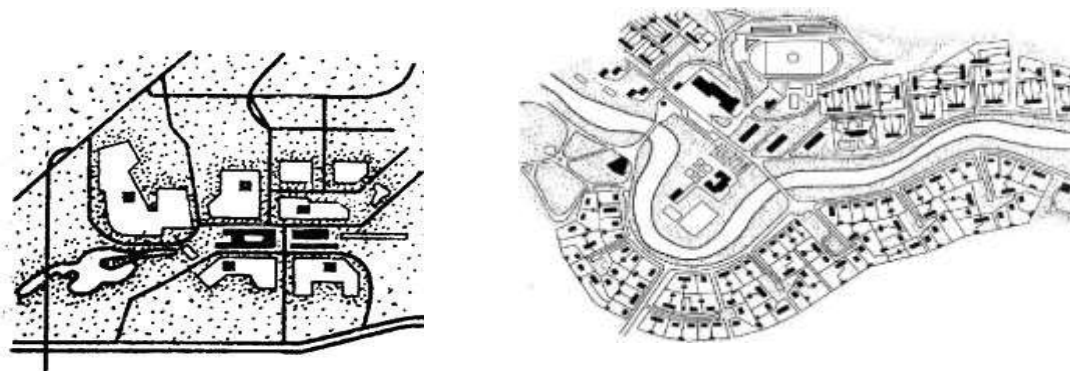


Рис. 1.1 – Варіанти розміщення громадських центрів, а також установ обслуговування в малих містах

У середніх і великих містах, де сельбищні території розподіляються на житлові або планувальні райони, функції громадського центру можуть поєднуватися з функціями громадського центру одного з таких районів. У великих та найбільших містах зони громадської забудови формуються як система загальноміського центру, що включає центральне ядро, громадські центри планувальних зон, а також центри житлових, виробничих чи рекреаційних районів і мікрорайонів (Рис. 1.2).

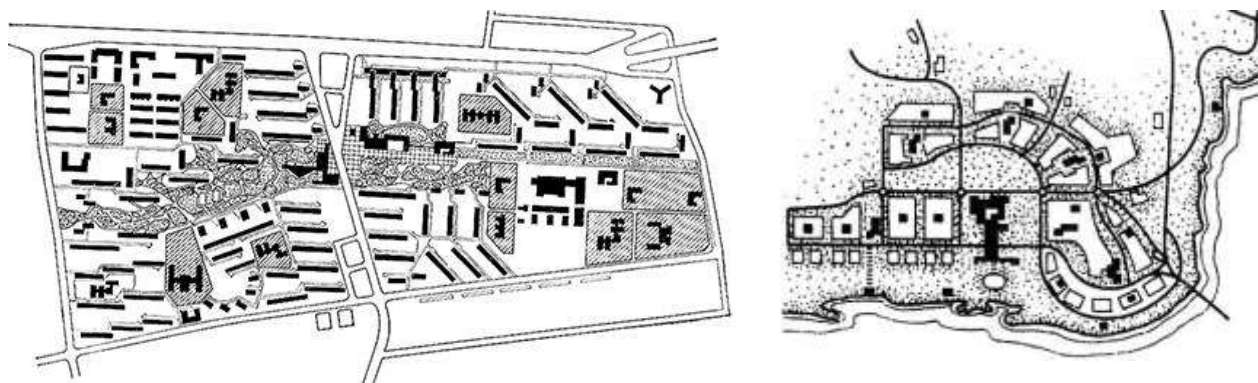


Рис. 1.2 – Модель розміщення громадських центрів і установ обслуговування в середніх і великих містах

Громадські центри можуть бути організовані у вигляді площі або групи площ, об'єднаних головною вулицею, з виділенням головної площі. Їх склад включає адміністративні будівлі, бізнес-центри, об'єкти транспортної інфраструктури (транспортно-пересадочні вузли, зони для паркування,

пішохідні зони), а також території для житлових будинків. У міських та великих сільських населених пунктах ці центри виконують функції міжселенного обслуговування.

1.2. ТИПИ ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЗАГАЛЬНОМІСЬКИХ ЦЕНТРІВ:

Компактний план передбачає розташування всіх елементів центру на одній території, що є зручним для малих і середніх міст або центральних районів великих міст. Найпростішим прикладом є пішохідна площа, забудована по периметру.

Лінійний (хрестоподібний) план характеризується витягнутою формою, де елементи центру розташовані вздовж головної вулиці або у вигляді хреста. Такий підхід дозволяє наблизити центр до житлових кварталів і сприяє його подальшому розвитку.

Зіркоподібний план застосовується у найбільших містах, де загальноміський центр складається з кількох центрів планувальних районів, розташованих на значних відстанях один від одного [7].

Рекомендовані площі громадських центрів:

- У найбільших, великих і крупних містах: від 3,5 до 5 м²/особу.
- У середніх містах: від 5 до 10 м²/особу.
- У малих міських та сільських населених пунктах: від 10 до 20 м²/особу.
- Загальна площа території громадських центрів у планувальних зонах:
 - Для населення до 200 тис. осіб – від 15 до 20 га.
 - Для населення від 200 до 500 тис. осіб – від 20 до 30 га.
 - Для населення понад 500 тис. осіб – від 30 до 60 га.

Умови розміщення громадських центрів:

- Наявність зручного транспортного зв'язку з іншими районами міста, промисловою зоною та зонами відпочинку.

- Розташування поблизу основних пішохідних шляхів і транспортних магістралей.
- Мінімізація перетинів з інтенсивними транспортними потоками.

У великих і найбільших містах для розвантаження центральних районів частину об'єктів міського значення доцільно розташовувати в планувальних районах або житлових кварталах. Крім того, для уникнення перевантаження центральних зон створюються спеціалізовані громадські центри, такі як спортивні, рекреаційні, лікувальні, освітні, науково-виробничі тощо. Великі спеціалізовані центри доцільно розміщувати на периферії міста, в приміській зоні або на в'їздах до населеного пункту.

1.3. УСТАНОВИ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ГРОМАДСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Установи обслуговування повинні бути інтегровані в єдину систему, що охоплює всю територію міста, зокрема житлові зони, місця праці та зони масового відпочинку [8]. Ця система враховує специфіку обслуговування в кожній із зон та забезпечує їх взаємозв'язок.

Основою організації комплексної системи обслуговування є ступенева структура. Всі установи обслуговування поділяються на три категорії:

- Установи повсякденного обслуговування.
- Установи періодичного обслуговування.
- Установи епізодичного або унікального обслуговування.

Розподіл за рівнями:

- Житлові мікрорайони: формуються первинні центри з об'єктами повсякденного обслуговування.
- Житлові райони, районні центри, центри об'єднаних територіальних громад: об'єкти періодичного обслуговування.
- Міста, районні, міжрайонні, регіональні, міжрегіональні, республіканські центри: установи для епізодичних чи унікальних потреб.

Типи установ:

- Повсякденного користування: школи, дитячі садки, магазини, заклади торгівлі тощо.
- Періодичного користування: клуби, кінотеатри, бібліотеки, універсальні зали, районні адміністративні установи.
- Епізодичного користування: театри, музеї, універсальні магазини, салони, виставкові зали, міськради, головпоштакти тощо.

У житлових районах міста, районних центрах чи центрах об'єднаних територіальних громад доцільно створювати освітні та госпітальні округи, які забезпечують ефективну взаємодію установ та організацій громадського обслуговування.

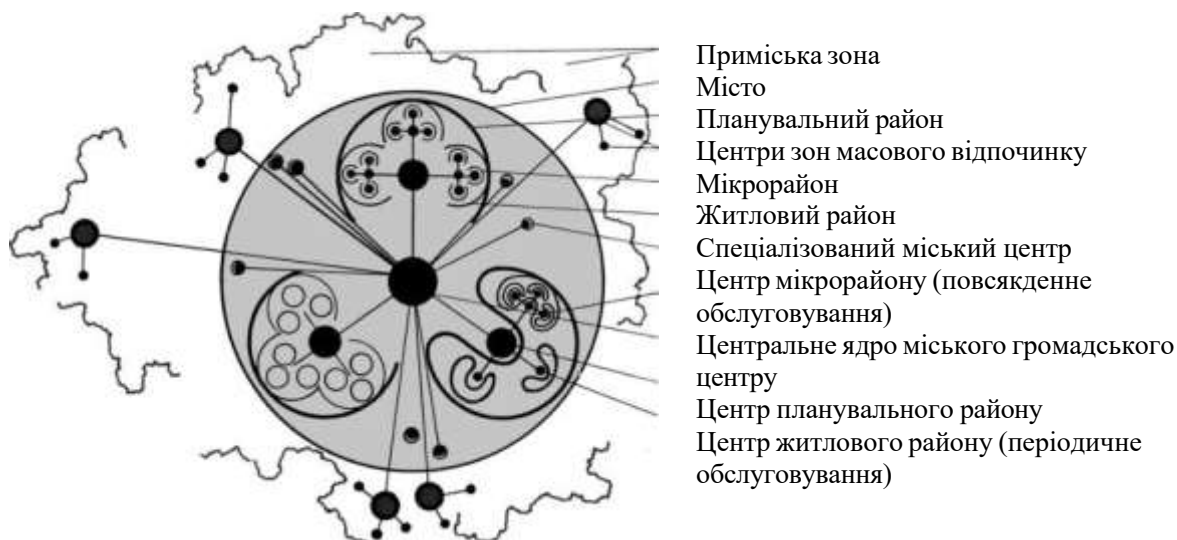


Рис. 1.3. – Схема обслуговування міста

Формування найвищого рівня системи громадського обслуговування залежить від розміру структурного елемента або самого населеного пункту [9]:

- Малі населені пункти та міські мікрорайони: обслуговування повсякденного характеру в межах 15 хвилин пішохідної доступності.
- Центри об'єднаних територіальних громад, районів та районів у містах: обслуговування періодичного характеру з доступністю до 30 хвилин (пішохідною чи транспортною).

- Міста – центри районних систем розселення (до 250 тис. осіб): переважно періодичне обслуговування з транспортною доступністю до 45 хвилин.
- Міста – центри обласних систем розселення (250–500 тис. осіб): обслуговування епізодичного та періодичного характеру з доступністю до 60 хвилин транспортом.
- Міста – центри міжобласних систем розселення (понад 500 тис. осіб): унікальне обслуговування з транспортною доступністю до 90 хвилин.

Розташування об'єктів у селищах і селах:

- Повсякденні послуги мають бути забезпечені в межах пішохідної доступності не більше 30 хвилин для кожного населеного пункту.
- Об'єкти вищого рівня обслуговування організовуються на групу сільських населених пунктів.

Для розширення обслуговування можна використовувати мобільні засоби або споруди сезонного характеру із визначенням відповідних територій.

Радіуси обслуговування для установ та організацій визначаються відповідно до максимально допустимих значень, наведених у Додатку А.

При розрахунку кількості, складу та місткості об'єктів громадського обслуговування у містах, які є центрами систем розселення, необхідно враховувати додаткове навантаження від населення сусідніх населених пунктів, що прибуває до центру в межах часу на пересування, визначеного відповідно до норм ДБН.

Особливості історичних і курортних міст:

- Урахування очікуваної кількості туристів в історичних містах.
- Врахування кількості неорганізованих відпочиваючих у курортних містах.

Питомий розмір територій для громадських функцій:

- Для центрального ядра загальноміського центру: 60–70% від загальної площі території.

- Для центрів повсякденного та періодичного обслуговування: 15–20% від території.

Шляхи розвитку загальноміських центрів:

- Реконструкція та технічне переоснащення існуючих громадських будівель.
- Перепрофілювання об'єктів, що втратили свою первинну функцію.
- Будівництво нових об'єктів для задоволення потреб населення.
- Суміщення функцій об'єктів різного типу.
- Розміщення об'єктів у вбудовано-прибудованих приміщеннях, зокрема на перших поверхах житлових будинків, для зручного доступу населення.

1.4. СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ МІСЬКОГО ЦЕНТРУ

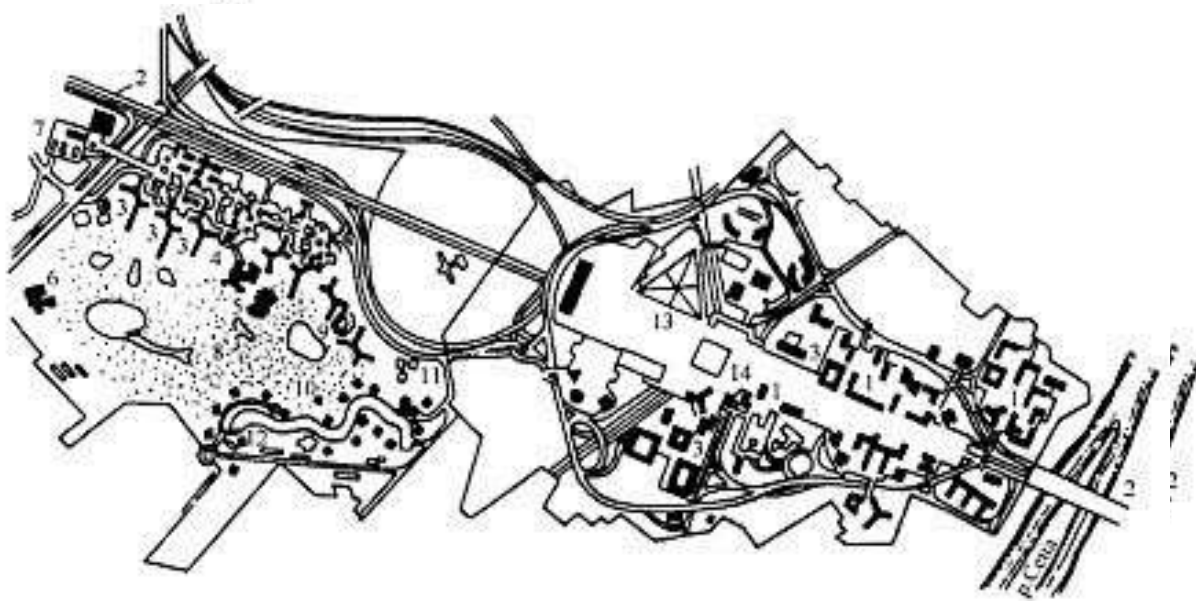
Центр міста є ключовим елементом [1, 10], що об'єднує всі його частини, виконуючи роль основного вузла для зв'язку різних функціональних зон. Загальноміський центр повинен розвиватися як поліфункціональна система, що включає різноманітні функції, такі як:

- Управлінські функції.
- Громадська діяльність, включаючи ділову, культурно-освітню та культурно-видовищну діяльність.
- Торгівельна діяльність.
- Обслуговування: громадське харчування, побутове та комунальне.
- Інфраструктура: зв'язок, транспорт, житло, відпочинок та туризм.

Особливо в дні свят цей центр перетворюється на місце для масових гулянь і відпочинку, ставши осередком суспільного та культурного життя. Тут зосереджуються різні форми господарської діяльності, що залежать від призначення міста та його територіального рівня (місто, район, область, країна).

Функціональне зонування загальноміських центрів варіюється залежно від величини міста, природних умов та планувальної структури. Це призводить до

різноманітних просторових рішень, навіть при однакових загальних принципах функціонального з'єднання громадських будівель і територій (рис. 1.4).



1 – бюро, готелі; 2 – міська вісь; 3 – житлові будинки; 4 – Вища школа декоративних мистецтв;
 5 – Вища архітектурна школа; 6 – будинок культури; 7 – префектура; 8 – парк; 9 – Будинок
 молодих музикантів; 10 – висотні житлові будинки; 11 – шкільний комплекс; 12 – будинок для
 людей похилого віку; 13 – Виставковий павільйон центру промисловості і техніки; 14 – форум
 зони А (різні адміністративні та службові приміщення); 15 – Велика арка Ля Дефанс

Рис. 1.4. Схема генерального плану забудови ділового району Ля Дефанс в
 Парижі

РОЗДІЛ 2. ДЖЕРЕЛА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

2.1. ДАНІ OPEN STREET MAP

OpenStreetMap (OSM) [11] є відкритою і вільною картографічною платформою, яка створюється та підтримується користувачами з усього світу. Це проект, що надає доступ до геопросторових даних, створених на основі інформації, отриманої з GPS-пристроїв, супутникових знімків та внесків користувачів. OSM є особливо корисним інструментом для міського планування завдяки своїй гнучкості, точності та широкому спектру доступних даних.

У міському плануванні OpenStreetMap є цінним ресурсом для картографії, просторового аналізу та прийняття рішень на різних етапах розвитку міста. Платформа надає велику кількість даних, таких як розташування будівель, вулиць, громадських об'єктів, транспортних мереж, зонування земель, інфраструктури, парків, а також інформацію про об'єкти, які мають важливе значення для забезпечення життєдіяльності міста, такі як лікарні, школи, магазини, зони відпочинку та багато іншого.

OSM дозволяє створювати та використовувати карти для просторового планування на місцевому рівні. Дані з OSM можуть бути використані для проектування нових житлових, комерційних та промислових районів, а також для планування транспортної інфраструктури. Вони допомагають у розробці планів забудови та зонування, забезпечуючи точну картографічну інформацію для аналізу поточного стану території [12].

Дані OpenStreetMap активно використовуються для планування та оптимізації транспортних мереж у містах. Завдяки детальним даним про вулиці, дороги, пішохідні та велосипедні маршрути, а також транспортні вузли, міські планувальники можуть створювати ефективні маршрути, розраховувати навантаження на транспортні мережі, аналізувати трафік і розробляти стратегії для поліпшення доступності.

Завдяки можливості постійного оновлення даних OSM, міські планувальники можуть відстежувати зміни в міському середовищі, такі як нове будівництво, реконструкція та зміни в інфраструктурі. Це важливо для оцінки ефективності прийнятих рішень та для планування подальшого розвитку міста.

OpenStreetMap часто використовується в поєднанні з іншими інформаційними системами, такими як ГІС (географічні інформаційні системи), що дозволяє здійснювати складний просторовий аналіз. Інтеграція з ГІС дає можливість об'єднати дані з OSM з іншими джерелами, такими як кадастрові карти, дані про землю, соціальну інфраструктуру та екологічні умови.

OpenStreetMap є платформою, на якій можуть співпрацювати як професійні картографи, так і звичайні користувачі. Це дозволяє активно залучати громадськість до процесів планування та обговорення розвитку міста, що робить цей інструмент важливим для стимулювання прозорості в процесах міського розвитку.

Оскільки OSM є відкритим проектом, будь-хто може вільно отримати доступ до даних і використовувати їх без необхідності в ліцензійних платежах або дозволах. Це робить OSM важливим інструментом для міст з обмеженими фінансовими ресурсами або тих, хто шукає альтернативу комерційним картографічним продуктам.

Таким чином, OpenStreetMap є потужним інструментом у міському плануванні, який сприяє створенню більш інклюзивних, ефективних і стійких міських середовищ, а також забезпечує доступність та точність даних для прийняття обґрунтованих рішень.

2.2. ВЛАСТИВОСТІ КАРТ OSM

У наш час, без перебільшення, всі наявні цифрові карти діляться на «OpenStreetMap» (її назву зазвичай скорочують до OSM) і «все інше». Причина в тому, що OSM - це єдині карти, до внутрішнього устрою яких у нас є повний доступ. Для всіх інших карт можна отримати тільки готову картинку з намальованою картою. Для карти OpenStreetMap цю готову картинку теж можна

отримати, але куди важливіше, що можна подивитися, проаналізувати і навіть змінити вихідну базу даних об'єктів, на основі якої потім автоматично формується готова картинка з картою.

Ба більше, алгоритмів, що формують картинку на підставі однієї й тієї самої бази об'єктів, існує багато (корисних - менше). Вони називаються «картостілями». Те, що обиватель звик вважати, власне, картою OpenStreetMap.org, насправді всього лише один із картостилів - картостиль Mapnik. І він відображає далеко не всі об'єкти, які внесені до бази картографічних об'єктів. Існують сайти, на яких можна побачити результат роботи й інших картостилів.

Насправді, карта OSM - це не красива картинка, як більшість звикла думати. OSM - це база картографічних об'єктів. База первинна, картинка (або, як ми тепер знаємо, картинки) формуються на її основі. Давайте детальніше розберемося, як ця база влаштована, це дасть нам змогу краще зрозуміти можливості, обмеження і способи використання карти OSM.

Усі об'єкти на карті поділяються на чотири типи: Точка, Лінія, Полігон і Складовий об'єкт [13–17].

Об'єкт Точка - це точка [18]. Пара координат «широта-довгота», зазначених із точністю до кількох сантиметрів. Зазвичай така точність надлишкова, але за потреби можна позначити координати об'єктів з дуже високою точністю.

Об'єкт Лінія - це ламана лінія. Складається з послідовності точок (більше того, кожна точка, що становить лінію, - це самостійний об'єкт типу «точка»). Має напрямок, який можна за необхідності змінити на зворотний. Спрямованість лінії актуальна не для всіх об'єктів, але в низці випадків це важливо, наприклад, якщо ми малюємо річку (течія), вулицю з одностороннім рухом або контур урвища (заведено, що прірва розташована праворуч від лінії, що малюється).

Об'єкт Полігон - це замкнутий багатокутник. По суті, це просто замкнута ламана лінія, але тут ідеологічна відмінність. Лінія - це лінія. А багатокутник - це площа. Тому лініями позначаються протяжні об'єкти (річки, дороги, кордони,

паркани), а полігонами - об'єкти, що мають площу (будівлі, обгороджені території, озера, ділянки лісу). У деяких випадках, утім, можна позначити полігон і як лінійний об'єкт, так, наприклад, полігон, що позначає територію паркування, можна позначити одразу і як паркування, і як паркан. Опис «парковка» поширюватиметься на територію всередині полігона, а опис «паркан» - на його периметр.

Четвертий тип об'єкта - Складовий (у термінології OSM цей тип об'єктів називається «Відношення»/«Relation»). Сам по собі такий об'єкт не містить жодної точки і жодної лінії. Але до його складу можна включати інші об'єкти.

Складніший приклад: території з дірками всередині. Наприклад, у нас є ліс, усередині лісу є галявина. Галявина всередині лісу, але вона не частина лісу. Щоб намалювати такий ліс, ми спочатку малюємо Полігон-кордон лісу (важливо, що сам по собі ми цей зовнішній Полігон ніяк не атрибутуємо, він має сенс тільки як частина Складового об'єкта). Потім малюємо полігон-поляну всередині цього лісу. Потім створюємо складовий об'єкт і призначаємо йому зовнішній Полігон як зовнішній кордон («outer»), а внутрішній Полігон як внутрішній кордон («inner»). Якщо після цього ми за допомогою атрибутів опишемо цей складовий об'єкт як «ліс» - на карті вийде ліс із діркою всередині.

Об'єднання і перетин ліній. Коли ми малюємо лінію на карті, додаючи до неї нові точки, якщо ми чергову точку поставимо близько до іншої лінії, нова лінія приклеюється до наявної, і обидві лінії отримують спільну точку - перетин. Так створюються перехрестя.

Перехрестя - це насправді дуже важливо. Тому що наявні алгоритми побудови маршрутів за картами OSM активно використовують інформацію про нанесені на карту дороги та перехрестя для прокладання ними маршруту (відповідно до обраних обмежень, наприклад, автомобільний маршрут не прокладається сходами та стежками, а пішохідний маршрут - так).

У загальному випадку лініям, що перетинаються, зовсім не обов'язково мати спільну точку. Таким чином створюються, наприклад, мости і тунелі, де дороги перетинаються на різних рівнях і не мають перехрестя. Крім того, дві

лінії, що перетинаються, взагалі можуть описувати об'єкти різних типів, наприклад, шосе і високовольтну лінію, що його перетинає. Немає жодного сенсу робити у цих ліній спільну точку.

Усі чотири перелічені вище види геометричних фігур можуть мати атрибути (теги), перелік рядків виду «атрибут=значення». Цих пар «атрибут-значення» у будь-якого об'єкта може бути скільки завгодно (хоча зазвичай не більш як п'ять), і саме їхнє поєднання визначає, що за об'єкт позначений цією фігурою на карті. Так, наприклад, якщо ми намалюємо Полігон і додамо йому атрибут `building=yes`, він стане будівлею. А якщо додатково додамо атрибут `shop=supermarket`, він стане не просто будівлею, а будівлею супермаркету.

Якщо геометричний об'єкт не має жодних атрибутів і не входить до жодного складового об'єкта, то він нічого не значить і на карті сам по собі ніяк потім не відтворюється. Такими «порожніми» об'єктами є, наприклад, більшість Точок намальованого паркану. Сам-то паркан є геометричною фігурою типу Лінія з атрибутом «паркан», а ось об'єкти-точки, які входять до нього, тільки надають йому форму і нічого не позначають. Але можуть і позначати. Наприклад, ви можете вибрати потрібну Точку паркану і додати їй атрибут «ворота=так». Ця Точка одразу ж стане точкою в'їзду і позначатиметься на карті значком «ворота».

За великим рахунком, усі атрибути об'єктів поділяються на три категорії: визначальні (визначають загальний тип об'єкта: наприклад, дорога це, річка або паркан), уточнювальні (уточнюють підвид об'єкта: провулок або шосе) та необов'язкові (наприклад, назва вулиці, номер будинку або тип дорожнього покриття) [19]. Якісь атрибути зобов'язані мати значенням конкретний варіант з обмеженого списку (наприклад атрибут, що описує матеріал дорожнього покриття), якісь атрибути можуть мати довільне значення (наприклад, назви вулиць), значення деяких атрибутів обов'язково мають бути задані у вигляді числа (наприклад, кількість поверхів будівлі). Є уточнювальні атрибути на кшталт «міст=так» або «тунель=так», вони пояснюють, що цей відрізок дороги/струмка проходить мостом/в тунелі/в трубі.

Дуже важливо зрозуміти, що це все. Це і є вся карта OSM. Вона в основі дуже просто влаштована. Усього чотири типи об'єктів, кожному з яких можна призначити довільну кількість атрибутів, що їх описують. Але, звісно, OSM - це не тільки геометричні об'єкти з атрибутами. Це ще й величезні таблиці, які перераховують, якими поєднаннями атрибутів слід позначати лікарні, провулки, церкви, парки, магазини, урвища, з'їзди з шосе, автобусні зупинки, тротуари тощо. Сотні різних об'єктів, для кожного з яких може бути з десяток необов'язкових уточнювальних атрибутів.

Так, іноді для опису простого, здавалося б, об'єкта, атрибутів потрібно перерахувати несподівано багато. Наприклад, церква позначається як територія, для якої задано властивості: Призначення=Об'єкт поклоніння, Релігія=Християнство, Течія=Православ'я (amenity=place_of_worship + religion=christian + denomination=orthodox).

2.3. РЕЛЬЄФ НА КАРТАХ OSM

Але і в цих гігантських таблицях все зводиться все до тих самих «визначальних, уточнювальних і додаткових» атрибутів простої геометричної фігури. Усе, абсолютно все, що ви можете знайти на карті, від великих мегаполісів до глухих пастуших стежок через гори, відмалювано за допомогою ось цього простого набору геометричних фігур та їхніх атрибутів. Це і є карта OSM. Традиційно рельєф заведено позначати на карті кільцями ізоліній і затіненням на південно-східному схилі пагорбів (в ідеалі використовуються обидва варіанти одночасно). Але в базі OSM нічого немає про пагорби і рельєф. За винятком особливих випадків (обриви, яри, точки гірських вершин, точки перевалів), гір і пагорбів у картографічній базі немає. Тому якщо малювати тільки те, що є в базі, карта виглядає абсолютно плоскою. На рівнині це не критично, а ось у горах, звісно, катастрофа, тому що така карта створює абсолютно неправильне уявлення про місцевість. Рельєф - дуже важлива складова карти.

Традиційно рельєф заведено позначати на карті кільцями ізоліній і затіненням на південно-східному схилі пагорбів (в ідеалі використовуються обидва варіанти одночасно). Але в базі OSM нічого немає про пагорби і рельєф. За винятком особливих випадків (обриви, яри, точки гірських вершин, точки перевалів), гір і пагорбів у картографічній базі немає. Тому якщо малювати тільки те, що є в базі, карта виглядає абсолютно плоскою. На рівнині це не критично, а ось у горах, звісно, катастрофа, тому що така карта створює абсолютно неправильне уявлення про місцевість. Рельєф - дуже важлива складова карти.

Картостилі, які вміють відображати на карті рельєф, беруть інформацію про рельєф не з бази OSM. Рельєф на середньо- і великомасштабних картах наразі в більшості випадків відображають за допомогою бази даних висот SRTM або ASTER GDEM [20, 21]. Роздільна здатність цих даних (безе SRTM 90 м/піксель, база ASTER GDEM 30 м/піксель) дає змогу, за належного опрацювання, показувати особливості рельєфу приблизно до 15 зуму. З огляду на меншу зашумленість, дані SRTM дають адекватніше уявлення про рельєф, однак північніше 60° пн. ш. і південніше 54° пд. ш. даних SRTM немає, що змушує зрештою використовувати обидва набори даних під час візуалізації рельєфу на територіях, що виходять за межі покриття SRTM.

2.4. POI - ТОЧКИ ІНТЕРЕСУ

Одна з важливих складових карти OSM - це т.зв. POI (Points of Interest), точки інтересу. По суті, це просто різні відмічені на карті об'єкти, на кшталт магазинів, АЗС, лікарень, джерел води, закусочних, пам'ятників, музеїв, театрів, місць із гарним краєвидом тощо. (загальний список типів POI налічує майже сотню різновидів). POI - це концепція, що дає змогу розглядати такі об'єкти у відриві від решти мапи, висвічуючи на карті всі об'єкти обраного типу, щоб коли вам такий об'єкт знадобився, ви могли б зорієнтуватися, який із них є найближчим.

Технічно ж точки POI - це просто фігури (як правило, типу Точка), атрибутовані так, щоб описувати той чи інший об'єкт, який входить до переліку об'єктів POI (магазин, пам'ятник, місце з гарним краєвидом тощо). Такі об'єкти нічим принципово не відрізняються від інших об'єктів, що зберігаються в базі OSM.

2.5. ОТРИМАННЯ ДАНИХ OSM

OpenStreetMap (OSM) є відкритим проектом, який забезпечує вільний доступ до широкого спектру географічних даних, таких як мережа вулиць, будівлі, парки, інфраструктура, громадські об'єкти та багато іншого. Дані OSM здобули велику популярність завдяки своєму відкритому характеру та високій деталізації. Ми розглянемо різні методи отримання даних OSM, зокрема через програму QGIS, яка є одним з найпопулярніших інструментів для роботи з просторовими даними.

OSM — це вільна, відкрита платформа для створення карт, що дозволяє користувачам завантажувати, редагувати та поширювати географічні дані. Проект OpenStreetMap був започаткований у 2004 році, і з того часу його база даних зростала, об'єднуючи мільйони користувачів і мапувальників по всьому світу.

Ось кілька основних типів даних, які можна отримати з OSM:

- **Транспортна інфраструктура:** вулиці, дороги, залізничні лінії, автобусні зупинки, пішохідні та велосипедні доріжки.
- **Будівлі та інші об'єкти:** будівлі, мости, тунелі, парки, кладовища, спортивні майданчики.
- **Громадські об'єкти:** лікарні, школи, ресторани, магазини, театри.
- **Природні елементи:** річки, озера, ліси, природні резервати.
- **Координати та інформація про місце:** точні координати об'єктів, а також різні атрибути (тип об'єкта, його функція тощо).

2.6. МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ДАНИХ OSM

Існує кілька способів отримання даних OpenStreetMap, кожен з яких має свої переваги та недоліки залежно від потреб користувача та специфіки задач.

2.6.1. Завантаження даних OSM через офіційний сайт

Найпростішим і доступним методом отримання даних з OSM є їх завантаження безпосередньо через офіційний сайт. Процедура завантаження даних складається з 3 кроків:

- Перейдіть на сайт Geofabrik [22], що пропонує безкоштовні географічні дані для різних регіонів.
- Виберіть необхідну область (наприклад, країну або регіон).
- Завантажте файл у форматі PBF або OSM XML.

Файл PBF є більш ефективним для великих обсягів даних завдяки своїй компактності.

2.6.2. Завантаження даних OSM за допомогою Overpass API

Overpass API [23, 24] дозволяє отримувати дані OSM на основі конкретних запитів. Цей метод дає можливість завантажувати дані тільки з певної території, фільтруючи за різними критеріями (наприклад, тип об'єкта або його функція).

Для виконання запиту до Overpass API через QGIS:

- Встановіть плагін QuickOSM [25] у QGIS.
- Виберіть область, для якої хочете отримати дані.
- У плагіні QuickOSM налаштуйте параметри запиту, вибираючи типи об'єктів (наприклад, "highway" для доріг, "building" для будівель тощо).
- Зробіть запит, і результат буде завантажено безпосередньо в QGIS.

QuickOSM дозволяє завантажувати дані OSM, зберігаючи їх у форматі Shapefile або GeoPackage для подальшого аналізу.

2.6.3. Завантаження даних за допомогою JOSM (Java OpenStreetMap Editor)

JOSM [26] — це редактор для редагування карт OSM, але він також має функціональність для завантаження даних. Цей інструмент дозволяє працювати з великими обсягами даних і здійснювати детальний аналіз та редагування:

- Встановіть JOSM на своєму комп'ютері.
- Завантажте дані безпосередньо через інтерфейс JOSM, використовуючи різні фільтри для відбору потрібних об'єктів.
- Експортуйте дані в форматі OSM або у форматі, який можна використовувати в інших ГІС-програмах (наприклад, GeoJSON або Shapefile).

2.6.4. Програмне забезпечення для завантаження даних OSM

Крім використання плагінів для QGIS, існують й інші інструменти для завантаження та обробки даних OSM, такі як [27, 28]:

- **osmconvert** — інструмент командного рядка для обробки файлів OSM (перетворення, фільтрація).
- **osm2pgsql** — утиліта для імпорту даних OSM в базу даних PostgreSQL/PostGIS для подальшого аналізу.

Ці інструменти зазвичай використовуються для обробки великих обсягів даних або для інтеграції з іншими інформаційними системами.

2.7. ВИКОРИСТАННЯ OSM ДАНИХ В QGIS

QGIS (Quantum GIS) є одним з найпопулярніших інструментів для роботи з просторовими даними. Завдяки потужному набору плагінів, QGIS дозволяє завантажувати, редагувати та аналізувати дані OSM. Ось кілька основних способів імпорту даних OSM в QGIS.

2.7.1. Плагін QuickOSM

QuickOSM — це плагін для QGIS, який спрощує завантаження даних з OSM через Overpass API:

- Встановіть плагін **QuickOSM** з репозиторію плагінів QGIS.
- Запустіть плагін і виберіть область карти, для якої хочете отримати дані.
- Виберіть типи даних, які потрібно завантажити (наприклад, будівлі, дороги, водоймища тощо).
- Налаштуйте параметри запиту (типи об'єктів, атрибути тощо) і натисніть "Запит".

Дані завантажуються безпосередньо в QGIS у вигляді векторних шарів.

Цей метод зручний, оскільки дозволяє отримати дані безпосередньо з OSM, а також здійснювати фільтрацію та відбір необхідних об'єктів.

2.7.2. Імпорт файлів OSM у форматі PBF або XML

QGIS також підтримує імпорт файлів OSM у форматах XML або PBF:

Завантажте файл з OSM у форматі XML або PBF з офіційного сайту Geofabrik або за допомогою Overpass API.

У QGIS відкрийте меню **Файл > Імпортувати > Вектор**. Виберіть завантажений файл OSM і додайте його в QGIS. Дані завантажуються як векторні шари, які можна аналізувати і редагувати.

Цей метод підходить для великих наборів даних, оскільки файли OSM можуть бути досить великими. Для обробки таких файлів можна використовувати додаткові інструменти, такі як osmconvert або osm2pgsql.

2.7.3. Імпорт даних OSM через WMS

Окрім завантаження векторних даних, можна також отримувати карти OSM через WMS (Web Map Service) [29, 30]. Для цього у QGIS: Відкрийте меню **Вектор > Додати WMS-слой**. Введіть URL для WMS-сервісу, який надає дані OSM, наприклад, URL для OpenStreetMap WMS.

Додайте шар на карту для перегляду.

Цей метод підходить, якщо необхідно лише переглянути картографічні дані, а не виконувати глибокий аналіз або редагування.

2.7.4. Перетворення даних OSM у форматі Shapefile або GeoPackage

Існують інструменти для перетворення даних OSM у більш зручні формати для аналізу, такі як Shapefile або GeoPackage. Для цього можна використовувати плагін **OGR2OGR** [31] або зовнішні інструменти (osmconvert, osm2pgsql), щоб перетворити великі файли OSM у формат, сумісний з QGIS.

2.8. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ OSM У QGIS

Переваги:

- **Відкритість і безкоштовність:** Дані OSM доступні безкоштовно, і будь-хто може їх завантажити та використовувати.
- **Висока деталізація:** OSM містить дуже детальну інформацію про дороги, будівлі, інфраструктуру та природні об'єкти.
- **Гнучкість і масштабованість:** Дані можна використовувати для будь-яких завдань, від аналізу території до розробки комплексних планів розвитку міста.

Недоліки:

- **Якість даних:** Хоча OSM має високу точність, дані можуть бути неповними або неточними в окремих регіонах, особливо в малих містах або сільських районах.
- **Обсяг даних:** Для великих територій або детальних аналізів обсяг даних може бути значним, що ускладнює обробку.

OpenStreetMap — це потужний інструмент для міського планування, просторового аналізу та картографії, і за допомогою QGIS можна отримувати, аналізувати та редагувати дані OSM для різних задач. Використання плагінів, таких як QuickOSM, і можливість імпортування даних у різних форматах робить OSM дуже зручним і доступним для фахівців з різних галузей.

РОЗДІЛ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ГРОМАДСЬКО-ПОБУТОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ М. ЛУЦЬКА

3.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Громадсько-побутове обслуговування є важливою складовою соціальної інфраструктури міста, яке охоплює всі аспекти забезпечення населення необхідними послугами для комфортного життя. Місто Луцьк [32], обласний центр Волинської області України, є великим адміністративним, економічним і культурним центром. Відповідно, стан громадсько-побутового обслуговування є однією з ключових тем для дослідження та аналізу в контексті міського розвитку та планування.

Громадсько-побутові об'єкти в Луцьку розподіляються по всьому місту, що дає змогу забезпечувати доступ до необхідних послуг для різних категорій населення. Основні категорії послуг, що входять у сферу громадсько-побутового обслуговування:

- **Торговельні послуги:** супермаркети, ринки, магазини, торгові центри. Місто має розвинену мережу роздрібної торгівлі, що дозволяє жителям зручним чином купувати товари повсякденного вжитку.
- **Громадське харчування:** кафе, ресторани, їдальні та фаст-фуди, що забезпечують жителів міста різноманітними харчовими послугами.
- **Побутове обслуговування:** перукарні, майстерні з ремонту побутової техніки, пральні, хімчистки тощо.
- **Медичні послуги:** поліклініки, лікарні, стоматологічні клініки, аптеки, які задовольняють потреби мешканців у медичному обслуговуванні.
- **Освітні послуги:** загальноосвітні школи, дошкільні установи, вищі навчальні заклади, культурні установи, бібліотеки.

- **Спортивні об'єкти та відпочинок:** спортивні клуби, тренажерні зали, спортивні майданчики, парки, майданчики для дитячих ігор, що сприяють розвитку фізичної культури та відпочинку.

Завдяки розвитку міської інфраструктури, більшість послуг є доступними для мешканців. Однак, якість обслуговування може значно варіюватися залежно від району міста, що пов'язано з різним рівнем розвитку інфраструктури та наявністю необхідних об'єктів.

В Луцьку наявна достатня кількість супермаркетів та роздрібних торгових точок, що забезпечують населення товарами першої необхідності. Найбільші торгові мережі, такі як "АТБ", "Сільпо", "Метро" та інші, мають свої філії в різних частинах міста, що забезпечує зручність покупок для мешканців.

Водночас є певні проблеми, пов'язані з малим числом спеціалізованих магазинів для потреб окремих груп населення, таких як магазини для людей з обмеженими можливостями або магазини з органічними продуктами.

У місті є достатня кількість кафе та ресторанів, однак багато з них сконцентровані в центральній частині міста, що може створювати труднощі для жителів віддалених районів. Окрім цього, актуальними є питання якості та ціни на продукти харчування в громадських закладах, а також наявність об'єктів для різних категорій населення, включаючи дітей та осіб з особливими потребами.

Медичні послуги у місті надаються мережею державних та приватних клінік. Основні державні медичні установи: Луцька центральна районна лікарня, поліклініки, амбулаторії, аптеки. Вони здебільшого добре оснащені, проте відчувається проблема в доступності медичних послуг для мешканців віддалених районів та вищі черги для консультацій.

Приватні медичні заклади у місті активно розвиваються, надаючи більш швидкий доступ до медичних послуг, однак вони є доступними здебільшого для заможнішої частини населення.

У місті працює велика кількість загальноосвітніх шкіл, дитячих садків, а також вищих навчальних закладів, серед яких найбільшими є Волинський національний університет імені Лесі Українки та Луцький національний

технічний університет. Доступність до цих установ забезпечена як для центру міста, так і для окремих околиць.

Однак є проблема з перевантаженням деяких навчальних закладів, що створює додаткові труднощі для забезпечення якісної освіти.

Побутові послуги в місті представлені мережею перукарень, хімчисток, пралень та майстерень. Попри достатню кількість таких об'єктів, є потреба в більшому рівні сервісу та відповідності стандартам якості.

Транспортна інфраструктура Луцька активно розвивається, однак є певні проблеми з заторами в години пік, що знижує ефективність громадського транспорту. Автобуси, тролейбуси та маршрутки є основними засобами транспорту для мешканців міста. Водночас, наявні також проблеми з доступністю транспорту в деяких районах та недостатньою кількістю зупинок в окремих точках міста.

Основні проблеми, з якими стикається місто, стосуються недостатньої доступності деяких послуг для мешканців віддалених районів, перевантаженості медичних та освітніх установ, а також деякої нерівномірності розвитку інфраструктури.

Перспективи розвитку включають:

- Розвиток мережі громадських центрів та об'єктів обслуговування в нових районах міста.
- Поліпшення транспортної інфраструктури для зручності пересування по місту.
- Збільшення кількості спеціалізованих магазинів та об'єктів для різних категорій населення.
- Покращення якості медичних послуг через модернізацію медичних установ та залучення приватних інвесторів.
- Зміцнення співпраці між державними та приватними підприємствами в сфері громадсько-побутового обслуговування для покращення доступу до послуг та їх якості.

3.2. ДАНІ ВИКОРИСТАНІ В ДОСЛІДЖЕННІ

Для завантаження даних для нашого дослідження ми послуговувались плагіном QuickOSM для ГІС QGIS 3.34.4-Prizren [33]. Із wiki сторінки проєкту OSM нами обрано набір даних для нашого дослідження, що включає в себе:

Межу міста Луцьк (тег = place, значення = city);

Вулично-дорожню мережу міста (тег = highway, значення = vsi);

Зупинки громадського транспорту (тег = highway, значення = busstop)

Будівлі (тег = buildings, значення = vsi) (рис. 3.1)

Мережа дошкільних навчальних закладів (тег = amenity, значення = kindergarten) (рис.3.2);

Мережа закладів загальної середньої освіти (шкіл, ліцеїв, тощо) (тег = amenity, значення = school) (рис.3.3);

Мережа крамниць з обмеженим асортиментом харчових продуктів, госптоварів, дрібниць, так званих «Крамниця-біля-дому» (тег = shop, значення = convenience) (рис. 3.4).

Мережа супермаркетів (тег = shop, значення = supermarket)(рис.3.4.)

Мережа аптек (тег = amenity, значення = pharmacy) (рис.3.5);

3.2.1. Картографування базової інформації

Для базового аналізу нами пропонується побудувати згідно існуючих норм радіуси обслуговування для дошкільних навчальних закладів (300м), закладів загальної середньої освіти (500 м), аптек (500 м), так званих «Крамниця-біля-дому» (250 м) та супермаркетів (500 м).

Для аналізу зон обслуговування дошкільних навчальних закладів та закладів загальної середньої освіти було встановлено, що радіуси доступності становлять для населених пунктів із населенням до 250 тис. осіб становлять 300 та 750 м відповідно. Для моделювання ми використовували команду Buffer [34]. Цей алгоритм обчислює буферну область для всіх об'єктів вхідного шару, використовуючи фіксовану або динамічну відстань.

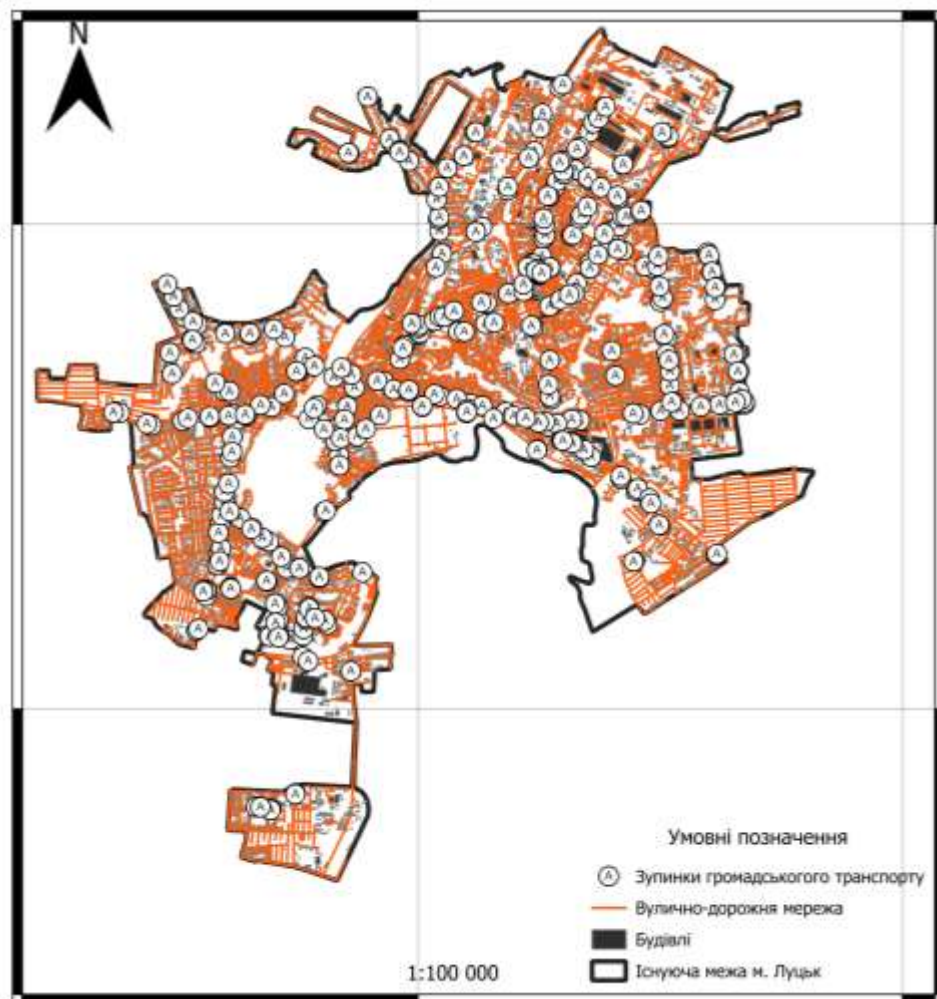


Рис.3.1. Межа міста, вулично-дорожня мережа, будівлі та зупинки громадського транспорту.

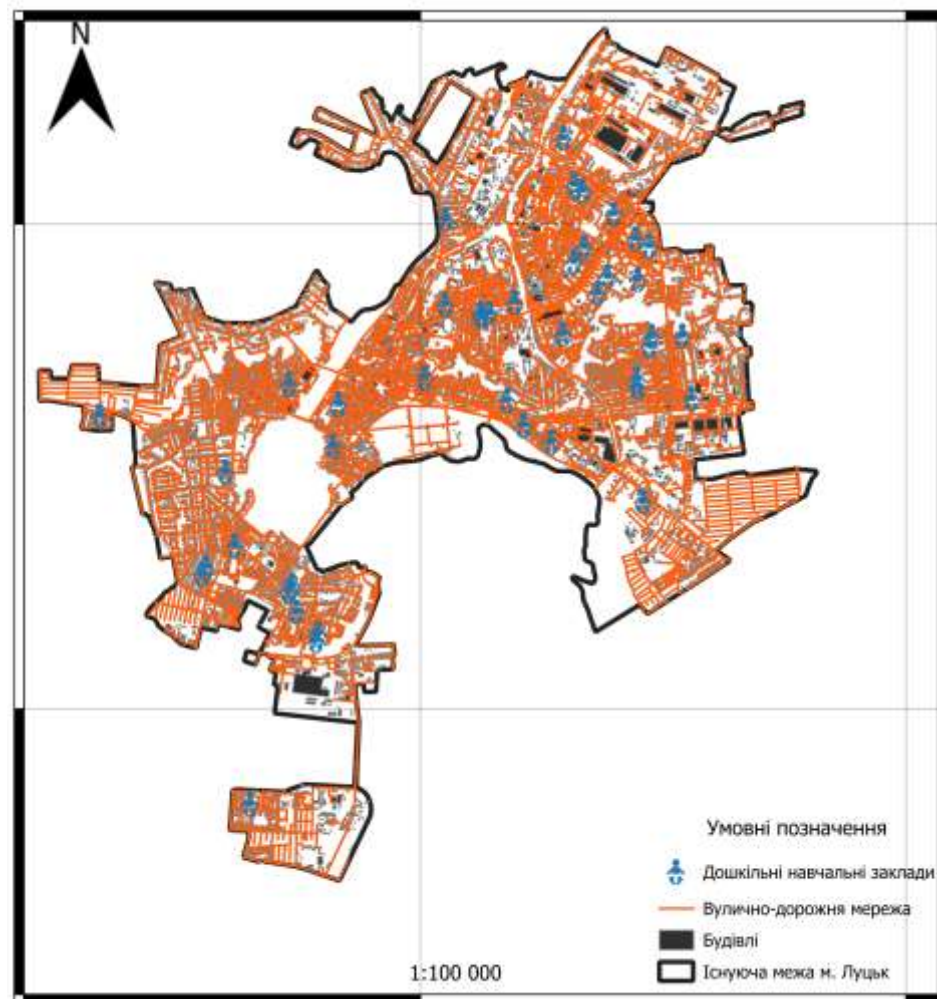


Рис.3.2. Межа міста, вулично-дорожня мережа, будівлі та дошкільні навчальні заклади.

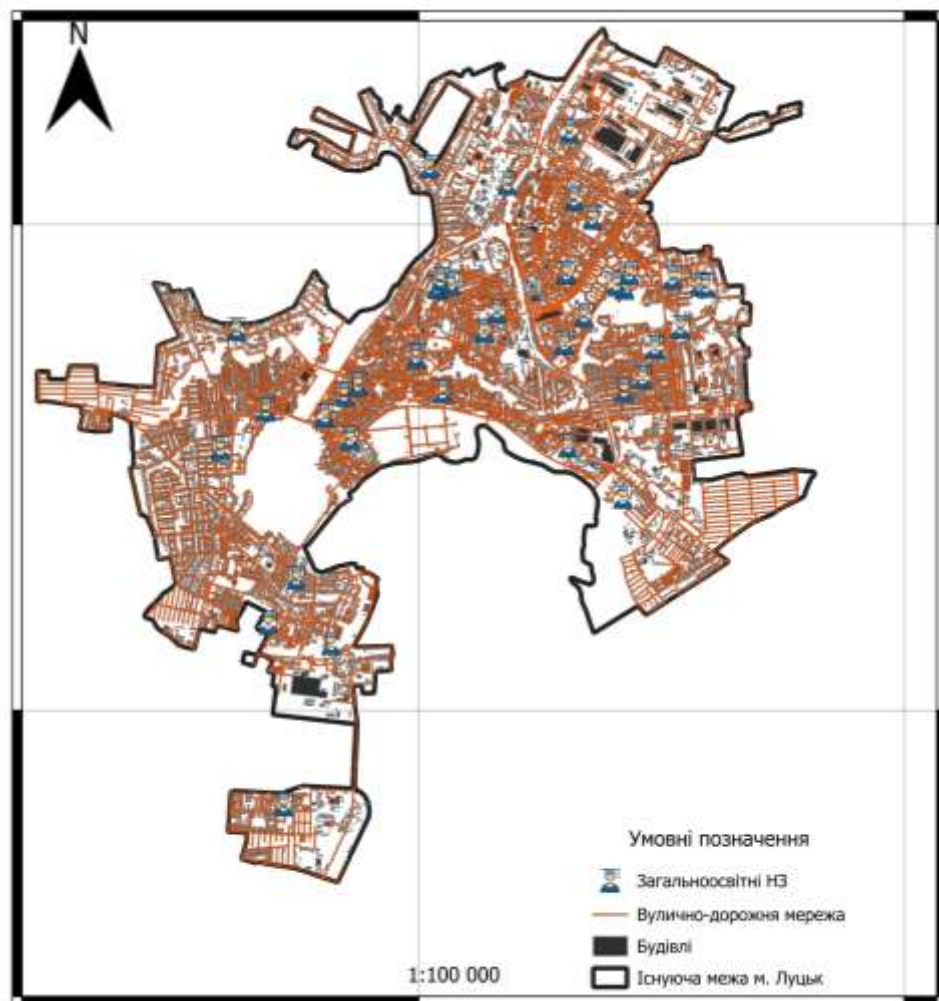


Рис.3.3. Межа міста, вулично-дорожня мережа, будівлі та заклади загальної середньої освіти.

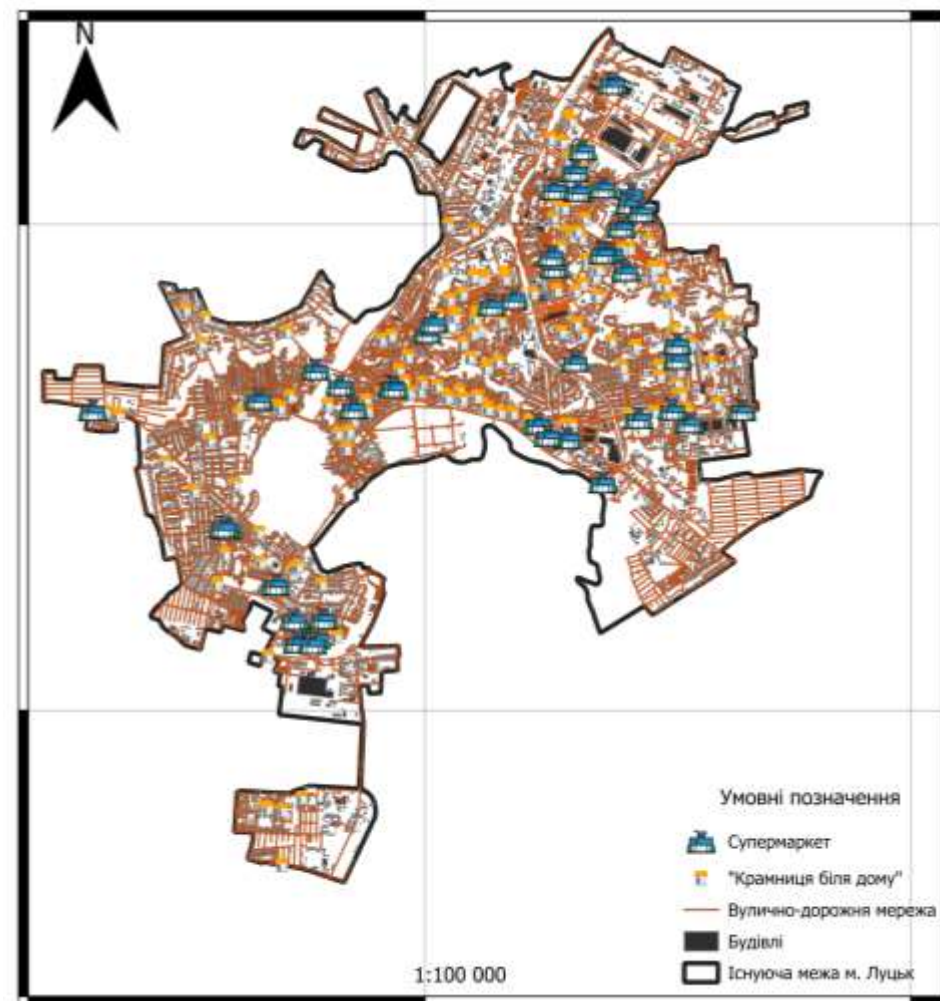


Рис.3.4. Межа міста, вулично-дорожня мережа, будівлі, супермаркети та локальні продуктові крамниці.

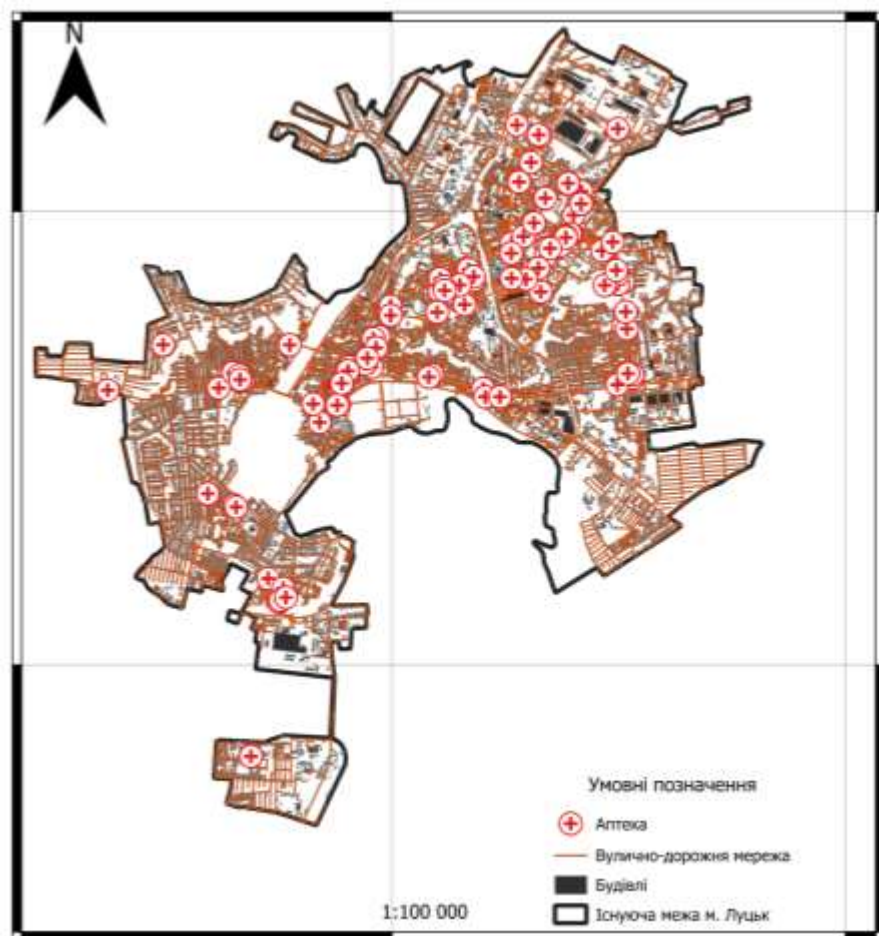


Рис.3.5. Межа міста, вулично-дорожня мережа, будівлі та аптеки.



Рис. 3.6. Моделювання зон обслуговування дошкільних навчальних закладів та закладів загальної освіти

Параметр `segments` (відрізки) визначає кількість відрізків, що використовуються для наближення до чверті кола при створенні заокруглених зсувів.

Параметр `end cap style` визначає спосіб обробки кінців ліній у буфері.

Параметр стилю з'єднання визначає, який тип з'єднання слід використовувати при зміщенні кутів у лінії: круглий, косий або скошений.

Параметр «Ліміт з'єднання» застосовується лише для стилів з'єднання з перетином і визначає максимальну відстань від кривої зсуву, яку слід використовувати при створенні з'єднання з перетином.

Графічно результати аналізу із змодельованими радіусами доступності представлені на рис. 3.6.

Аналогічно було змодельовано доступність до аптек, крамниць та супермаркетів, для чого прийнято значення в 500 м, 150 м та 500 м відповідно. Графічно результати моделювання представлені на рис. 3.7.

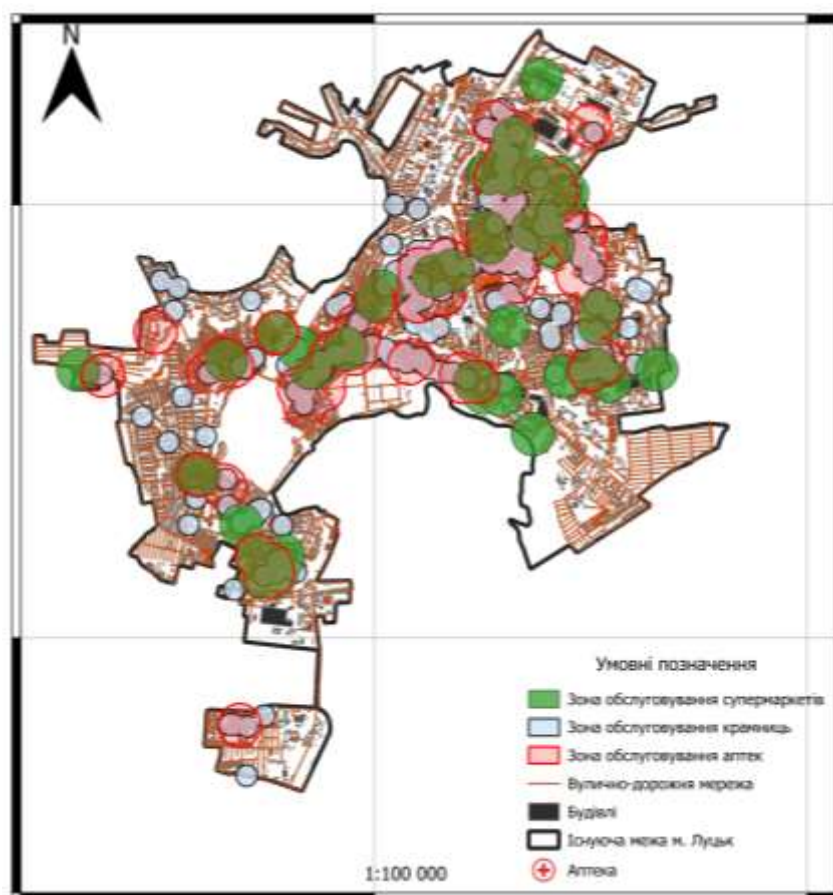


Рис. 3.7. Зони обслуговування супермаркетів, крамниць та аптек.

3.3. МОДЕЛЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ІЗОХОРН

В подальшому нами пропонується аналізувати доступність закладів за допомогою ізохорн.

Ізохорни — це лінії на карті, які з'єднують точки з однаковим значенням певної характеристики [35]. Цей термін часто використовується в геоінформаційних системах (ГІС) для візуалізації просторових даних і аналізу їх розподілу. У контексті ГІС ізохорни дозволяють зрозуміти територіальні закономірності та ефективно вирішувати прикладні задачі.

Ізохорни поділяються залежно від показника, який вони відображають:

Ізохорни - лінії однакових витрат часу (наприклад, для доїзду до пункту призначення).

Ізоплети - лінії рівних значень будь-якого явища, що вимірюється у безперервному полі (наприклад, температура, опади).

Ізобати - лінії однакової глибини водойми.

Ізогієти - лінії однакової кількості опадів.

Ізотерми - лінії однакової температури.

Ізохали - лінії однакової солоності води.

Ізохорни широко використовуються для вирішення різноманітних задач у ГІС. Розглянемо деякі з основних сфер:

Ізохорни є незамінними для аналізу доступності об'єктів. Вони показують області, які можна досягти за певний час, враховуючи транспортну мережу. Наприклад:

- Планування громадського транспорту.
- Оптимізація логістичних маршрутів.
- Розміщення інфраструктури (школи, лікарні, торговельні центри).

Ізотерми та ізогієти використовуються для аналізу кліматичних умов у регіонах для створення карт розподілу температури, вологості, концентрації забруднюючих речовин у повітрі.

Ізобати дозволяють створювати батиметричні карти для аналізу морських і річкових глибин. Також використовують для аналізу поверхневого стоку, моделювання паводків та управління водними ресурсами.

В урбаністиці та міському плануванні застосовуються для аналізу доступності міської інфраструктури, оцінки зон шумового або екологічного впливу (наприклад, аеропортів, заводів).

У сільському господарстві застосовують для:

- Зонування територій за рівнем вологості, температури або інсоляції.
- Планування зрошення та оптимізація посівних площ.

У ризик-менеджменті використовують ізохорни для моделювання зон небезпеки, наприклад, при виверженнях вулканів, повенях або землетрусах, планування евакуації та розміщення аварійних служб.

Однією із можливих реалізацій побудови ізохорн у ГІС QGIS є плагін ORSTools [36].

Для початку нами було проаналізовано пішу доступність зі швидкістю 5 км/год до зупинок громадського транспорту. Результати моделювання представлено на рис. 3.8.

Аналогічне моделювання проведено для закладів дошкільної освіти (рис. 3.9) загальної середньої освіти (рис. 3.10), та аптек (рис. 3.11)

З аналізу отриманих картографічних матеріалів чітко прослідковується тенденція якісного забезпечення великих так званих спальних районів із багатоповерховою забудовою усіма досліджуваними нами видами громадських закладів. З іншого боку, райони із малоповерховою індивідуальною забудовою менш забезпечені громадськими закладами.

Слід відзначити якісне забезпечення території громадським транспортом із часом пішої доступності до зупинок максимум до 7-9 хв.

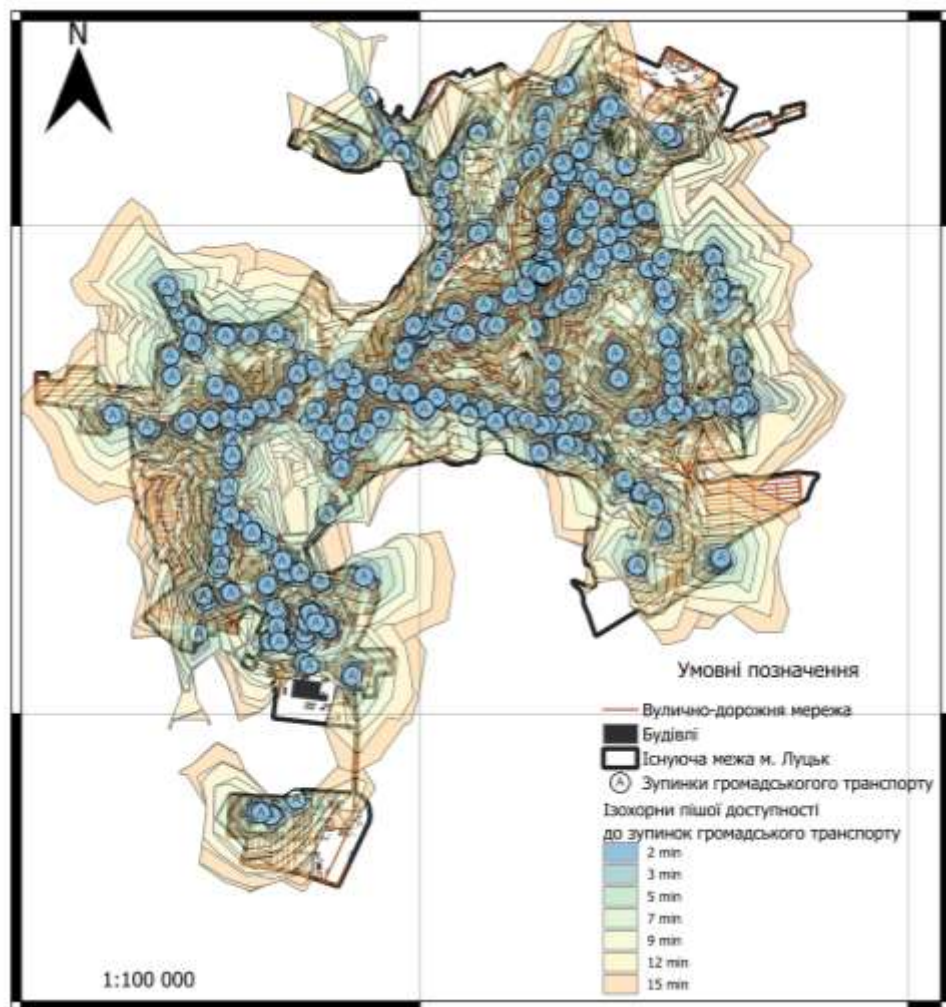


Рис. 3.8. Ізохорни пішої доступності зупинок громадського транспорту

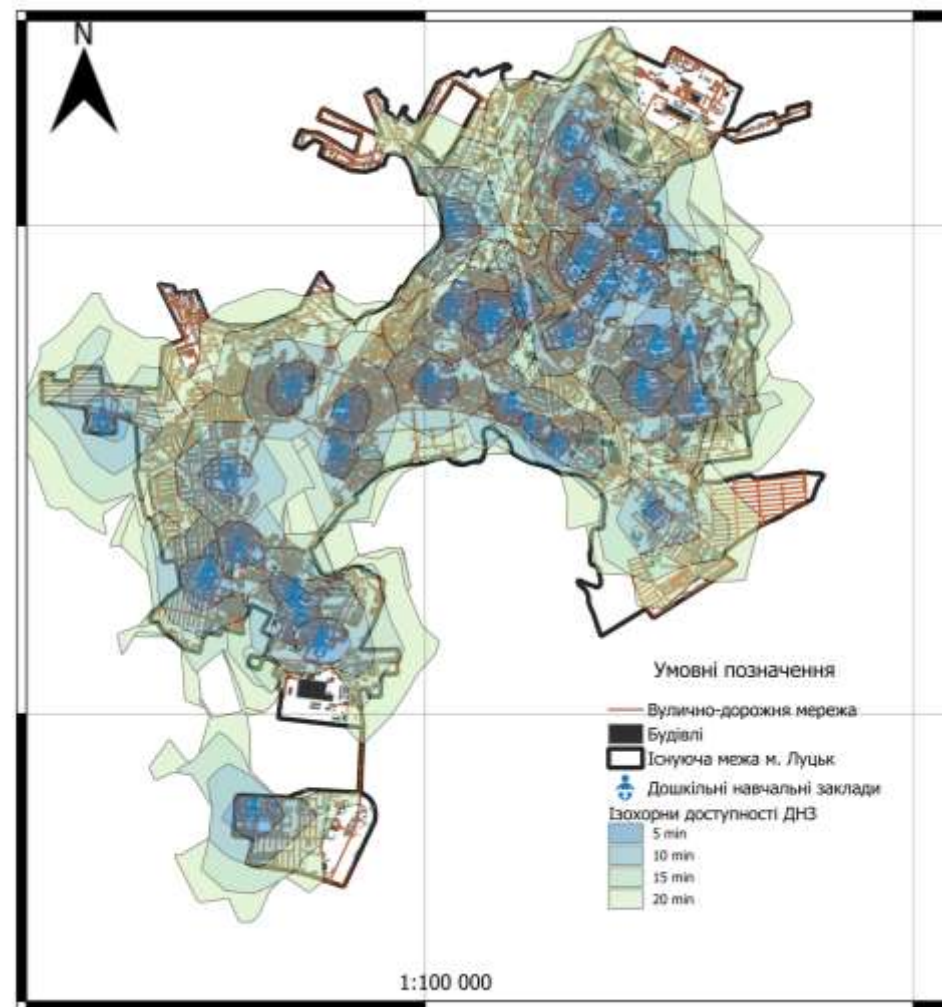


Рис. 3.9. Ізохорни пішої доступності дошкільних навчальних закладів.

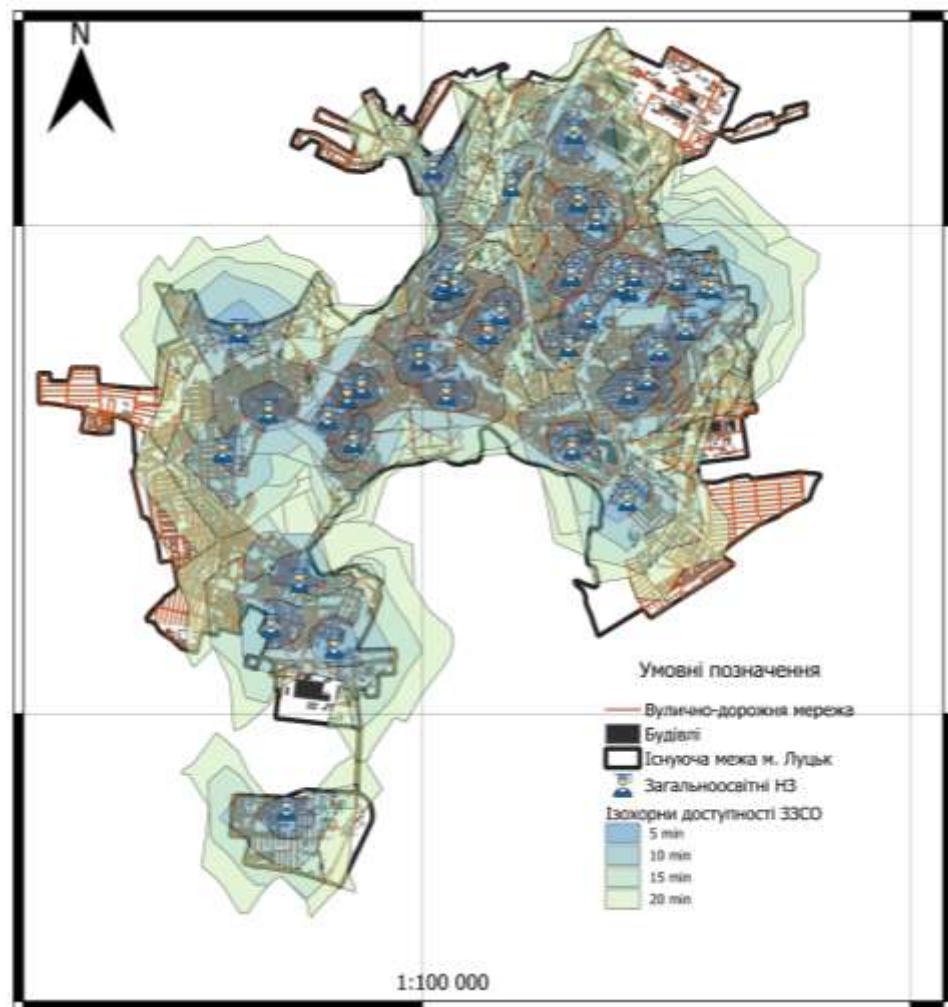


Рис. 3.10. Ізохорни пішої доступності закладів загальної середньої освіти

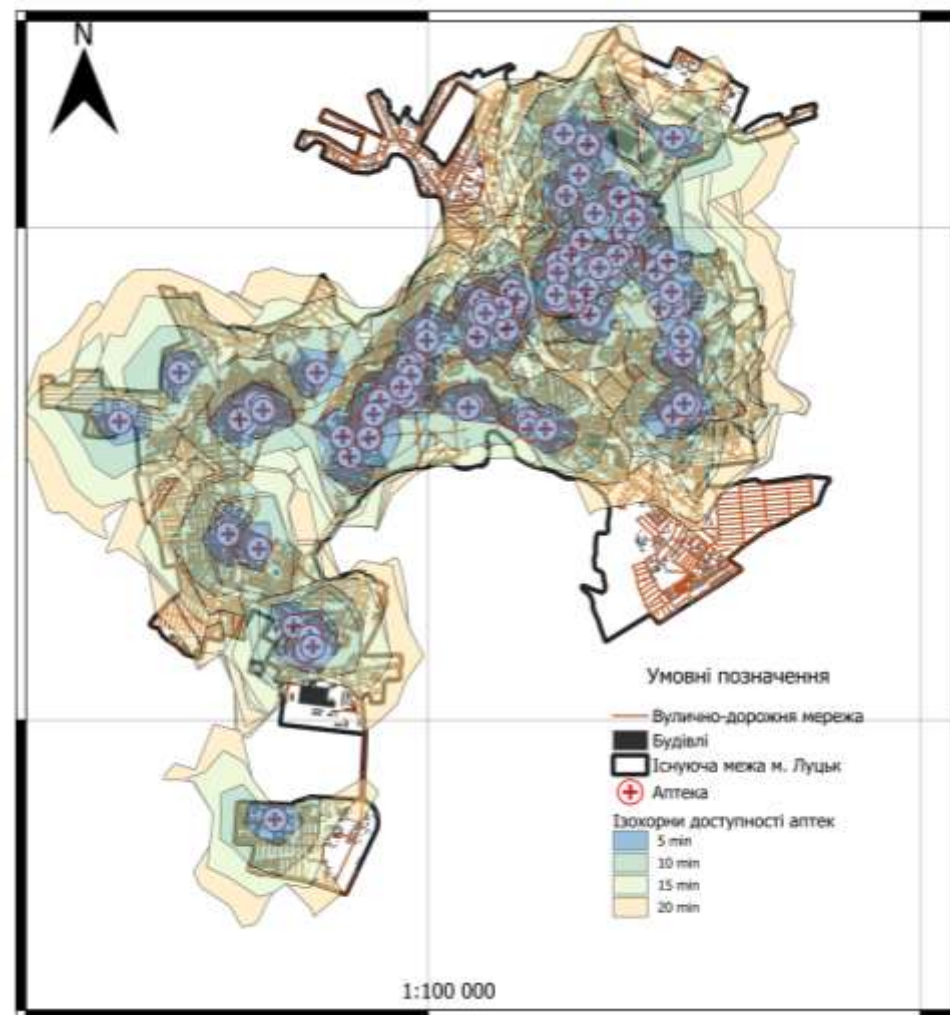


Рис. 3.11. Ізохорни пішої доступності аптек

Висновки

В даній роботі ми намагались здійснити геоінформаційний аналіз території міста Луцьк із використанням сервісу відкритих даних OpenStreetMap, який забезпечує вільний доступ до широкого спектру географічних даних, таких як мережа вулиць, будівлі, парки, інфраструктура, громадські об'єкти та багато іншого. Дані OSM здобули велику популярність завдяки своєму відкритому характеру та високій деталізації.

Нами було проаналізовано на основі чинних вимог радіуси обслуговування для дошкільних навчальних закладів (300м), закладів загальної середньої освіти (500 м), аптек (500 м), так званих «Крамниця-біля-дому» (250 м) та супермаркетів (800 м). Встановлено, що найкраще забезпечені закладами громадського обслуговування мікрорайони із великою чисельністю населення та багатоповерховою забудовою.

Ізохорни є потужним інструментом геоінформатики, що дозволяє візуалізувати та аналізувати просторові дані. Їх широке застосування охоплює практично всі сфери, де потрібен аналіз розподілу явищ або ресурсів у просторі. У поєднанні з сучасними інструментами ГІС, ізохорни стають ключовим елементом у розробці ефективних рішень для управління територіями та ресурсами.

На основі цього методу побудовано карти із ізохронами пішої доступності для закладів громадського обслуговування, що досліджувались в даній роботі.

Таким чином, стан громадсько-побутового обслуговування в місті Луцьк можна оцінити як задовільний, з певними проблемами та перспективами для подальшого розвитку, що дозволить забезпечити комфортні умови життя для всіх категорій населення.

Список використаних джерел

1. Дрозд, Ю. І. Особливості функціонального зонування міських територій. Містобудування та територіальне планування. 2012. №. 45 (1). С. 260–264.
2. Про планування і забудову територій : Закон України від 20.04.2000 р. № 1699-III : станом на 12 берез. 2011 р.: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1699-14#Text>.
3. Про Генеральну схему планув... | від 07.02.2002 № 3059-III: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3059-14>(дата звернення: 28.11.24).
4. Волков, В. ЩОДО ПИТАННЯ ЛАНДШАФТНОГО ПІДХОДУ У РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ СЕЛЬБИЩНИХ ТЕРИТОРІЙ ВЕЛИКИХ МІСТ. Collection of scientific papers {\guillemotleft} \$\Lambda\$ \$\{\backslash'\}\}\text{O}\}\text{ГО} \$\Sigma\$ \$\{\backslashguillemotright\}\$. 2022. No. October 14, 2022; Oxford, UK. С. 163–165.
5. ДБН Б.2.2-12:2019 “Планування і забудова територій”: Київ: Мінрегіон України, 2019. 185с.
6. ДБН Б.1.1-15:2012 СКЛАД ТА ЗМІСТ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ: Київ: Мінрегіон України, 2012. 37с.
7. Коник, С. І. Ущільнення забудови території історично сформованих міст (на прикладі Львова) : дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії : 191 – архітектура та містобудування: Львів: Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка», 2021. 306с.
8. Гусаков В., Валетта У., Нудельман В., та ін. Регулювання використання і забудови територій населених пунктів (Зонінг): Київ: Вища школа, 1996. 155с.
9. ГАНЕЧКО, І. Девелопмент нерухомості: європейські тренди. Foreign trade: economics, finance, law. 2023. Vol. 130, No. 5. С. 97–112.
10. Уль, А., Мельник, О., Мельник, Ю., та ін. КОНЦЕПЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ. ДОСВІД НІМЕЧЧИНИ. Містобудування та територіальне планування. 2021. No. 77. С. 458–474.
11. OpenStreetMap contributors. Planet dump retrieved from <https://planet.osm.org> / 2022.
12. OpenStreetMap — не Google Maps, або Не плутайте комерційний сервіс

з екосистемою даних | DOU: URL: <https://dou.ua/forums/topic/44694/>(дата звернення: 05.12.24).

13. Hollander, J. B., Sussman, A. Urban experience and design: Contemporary perspectives on improving the public realm. Urban Experience and Design: Contemporary Perspectives on Improving the Public Realm. 2020. С. 1–230.

14. Sussman, A., Hollander, J. B. . Urban experience and design : contemporary perspectives on improving the public realm. 2021.

15. Semenov, M. Ecoempathic design: Moving beyond biophilia with brain science. Urban Experience and Design: Contemporary Perspectives on Improving the Public Realm. 2020. С. 146–166.

16. Jens, K. A device-free mapping approach for quantifying user activities in indoor environments. Urban Experience and Design: Contemporary Perspectives on Improving the Public Realm. 2020. С. 185–195.

17. Boeing, G. Exploring urban form through openstreetmap data: A visual introduction. Urban Experience and Design: Contemporary Perspectives on Improving the Public Realm. 2020. С. 167–184.

18. Beginners' guide — OpenStreetMap Wiki: URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Beginners%27_guide(дата звернення: 05.12.24).

19. Grinberger, A., Minghini, M., Juhász, L., та ін. OSM Science—The Academic Study of the OpenStreetMap Project, Data, Contributors, Community, and Applications. International Journal of Geo-Information. 2022. Vol. 11. С. 230.

20. SRTM — Вікіпедія: URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/SRTM>(дата звернення: 05.12.24).

21. ASTER Global Digital Elevation Map: URL: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>(дата звернення: 05.12.24).

22. GEOFABRIK // Home: URL: <https://www.geofabrik.de/>(дата звернення: 05.12.24).

23. Mooney, P. An Outlook for OpenStreetMap BT - OpenStreetMap in GIScience: Experiences, Research, and Applications. 2015. Vol. d. С. 319–324.

24. Overpass API — OpenStreetMap Wiki: URL:

- https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass_API(дата звернення: 05.12.24).
25. GitHub - 3liz/QuickOSM: QGIS plugin to fetch OSM data with the Overpass API:
URL: <https://github.com/3liz/QuickOSM>(дата звернення: 05.12.24).
26. JOSM: URL: <https://josm.openstreetmap.de/>(дата звернення: 05.12.24).
27. Home - osm2pgsql: URL: <https://osm2pgsql.org/>(дата звернення: 05.12.24).
28. Osmconvert — OpenStreetMap Wiki: URL:
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osmconvert>(дата звернення: 05.12.24).
29. Web Map Service — Вікіпедія: URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Web_Map_Service(дата звернення: 05.12.24).
30. Scharl, A. Media Platforms for Managing Geotagged Knowledge Repositories. Towards the Geospatial Web. 2007. С. 3–14.
31. ogr2ogr — GDAL documentation: URL:
<https://gdal.org/en/latest/programs/ogr2ogr.html>(дата звернення: 05.12.24).
32. Про місто | Офіційний сайт Луцької міської ради: URL:
<https://www.lutskrada.gov.ua/about>(дата звернення: 05.12.24).
33. Spatial without Compromise · QGIS Web Site: URL: <https://www.qgis.org/>(дата звернення: 05.12.24).
34. 10. Vector Spatial Analysis (Buffers) — QGIS Documentation documentation:
URL:
https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/gentle_gis_introduction/vector_spatial_analysis_buffers.html(дата звернення: 05.12.24).
35. Ізохоричний процес — Вікіпедія: URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Ізохоричний_процес(дата звернення: 05.12.24).
36. GitHub - GIScience/orstools-qgis-plugin: Plugin for QGIS with a set of tools to use openrouteservice API's, based on openstreetmap: URL:
<https://github.com/GIScience/orstools-qgis-plugin>(дата звернення: 05.12.24).

Додатки

Додаток А

Величина максимально допустимих радіусів обслуговування установ та організацій

Установи та організації громадського обслуговування	Радіус обслуговування, м
Заклади дошкільної освіти*: - у містах з багатоповерховою забудовою;	300
- у сільських населених пунктах і містах, з одно- і двоповерховою забудовою	500
Заклади загальної середньої освіти*	Початкова школа, гімназія – до 800; ліцей – до 2000
Заклади дошкільної освіти, об'єднані з початковою школою:	
- у містах з багатоповерховою забудовою;	300
- у сільських населених пунктах і містах, за одно-, двоповерховою забудовою	500
Заклади позашкільної освіти житлових районів	750-1500
Приміщення для фізкультурно-оздоровчих занять та дозвілля**	1500
Приміщення, будинки для творчості і спорту учнів у житлових районах	1500
Культурно-видовищні центри житлових районів	1500
Фізкультурно-спортивні центри житлових районів	1500
Аптеки у містах	500
Те саме з одно- і двоповерховою забудовою	800
Підприємства торгівлі, харчування (заклади ресторанного господарства) і побутового обслуговування місцевого значення: - у містах з багатоповерховою забудовою;	500
- те саме одно-, двоповерховою забудовою;	800
- у сільських населених пунктах	2000
Відділення зв'язку та філії банківських установ	500
* Вказаний радіус обслуговування не поширюється на спеціалізовані, спеціальні й санаторні заклади дошкільної та загальної середньої освіти, навчально-реабілітаційні центри. Маршрути підходів учнів до закладів загальної середньої освіти з початковими класами не повинні перетинати проїзну частину магістральних вулиць в одному рівні з транспортом. У сільській місцевості радіус пішохідної доступності початкових шкіл не повинен перевищувати 2 км і не більше 15 хв в один бік при транспортному забезпеченні учнів. Максимальний радіус обслуговування учнів гімназій, ліцеїв слід приймати не більше 15 км. Заклади дошкільної освіти розміщуються у сільських населених пунктах, де є 12 і більше дітей дошкільного віку. Для обслуговування сіл з меншою кількістю дітей організовується підвезення дітей спеціальним транспортом до найближчих більш великих сіл. У сільській місцевості радіус пішохідно-транспортної доступності закладів дошкільної освіти не повинен перевищувати 15 хв.	
** Доступність фізкультурно-спортивних споруд міського значення не повинна перевищувати 30 хв.	