

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА
Географічний факультет
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями**

ГІС-картографування шляхів сполучення м. Чернівці

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти - другий (магістерський)**

Виконала:

здобувачка II курсу, групи 618

спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

ОПП «Геодезія»

ЯКИМЧУК Аліна Миколаївна

Керівник:

к.геогр.н., доц. Дарчук К. В.

До захисту допущено:

протокол засідання кафедри № _

від «__» «_____» 2024 р.

Зав. кафедрою _____ доц. Дарчук К. В.

м. Чернівці – 2024

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: - студентки 2 курсу, 628 групи, спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій" другого (магістерського) рівня вищої освіти на тему: «ГІС-картографування шляхів сполучення м. Чернівці»

Метою випускової кваліфікаційної роботи є використання сталого геоінформаційного підходу при картографуванні вулично-дорожньої та залізничної мереж одного із найбільших міст України – Чернівці, із подальшим складанням цифрових картографічних моделей території міста. Вибір території дослідження обумовлений наступними головними причинами: проектування вулиць міста Чернівці має глибоке історичне коріння та є результатом поєднання різних етапів розвитку міста, від середньовічного планування до сучасних архітектурних та інженерних рішень.

Ключові слова: шляхи сполучення, ГІС-картографування, дорожня мережа

ABSTRACT

Qualification work: - female students of the 2-nd year, group 628, specialty 193 "Geodesy and land management" of the second (master's) level of higher education on the topic: «GIS mapping of Chernivtsi city transportation routes»

The purpose of the final qualification work is to use a sustainable geoinformation approach in mapping the street, road and railway networks of one of the largest cities in Ukraine - Chernivtsi, with the subsequent compilation of digital cartographic models of the city's territory. The choice of the research area is due to the following main reasons: the design of the streets of the city of Chernivtsi has deep historical roots and is the result of a combination of different stages of the city's development, from medieval planning to modern architectural and engineering solutions.

Keywords: communication routes, GIS mapping, road network.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Аліна ЯКИМЧУК

Зміст

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ Й ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ	6
1.1. Поняття ГІС.....	6
1.2. Функціональні можливості ГІС.....	11
1.3. Загальна структура ГІС.....	13
1.4. Сутність географічної бази даних.....	19
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ.....	23
2.1. Класифікація вулично-дорожньої мережі	23
2.2. Структура вулично-дорожньої мережі	25
2.3. Перехрестя вулиць і доріг.....	30
2.4. Облаштування перехресть у різних рівнях.....	33
2.5. Організація стоянок легкових автомобілів.....	37
РОЗДІЛ 3. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ МІСТА ЧЕРНІВЦІ	40
3.1. Загальна характеристика території дослідження	40
3.2. Початковий етап ГІС-картографування	47
3.3. Формування базових шарів на територію міста Чернівці.....	51
3.4. Формування тематичних шарів на м. Чернівці.....	54
Висновки	62
Список використаних джерел	64

ВСТУП

Актуальність. ГІС-картографування доріг (географічні інформаційні системи для картографії доріг) є надзвичайно високою у сучасних умовах розвитку інфраструктури, оскільки воно надає численні переваги як для органів влади, так і для бізнесу та громадян. Це важливий інструмент для покращення управління дорожньою мережею, моніторингу, планування та прийняття рішень у сферах транспорту, логістики, міського планування та багато іншого.

У нашому випусковому дослідженні аналізувався методико-технологічний та прикладний потенціал ГІС-картографування на базі його експериментального застосування для картографування одного із найважливіших аспектів населеного пункту – це шляхи сполучення м. Чернівці. Вибір території дослідження обумовлений наступними головними причинами: проектування вулиць міста Чернівці має глибоке історичне коріння та є результатом поєднання різних етапів розвитку міста, від середньовічного планування до сучасних архітектурних та інженерних рішень. Вулиці Чернівців спроектовані з урахуванням історичного контексту, функціональних потреб і топографічних особливостей міста, подальший їх розвиток ґрунтуватимуться виключно на використанні сучасних ГІС-технологій й глибокому аналізі геопросторових даних.

Метою випускової кваліфікаційної роботи є використання сталого геоінформаційного підходу при картографуванні вулично-дорожньої та залізничної мереж одного із найбільшим міст України – Чернівці, із подальшим складанням цифрових картографічних моделей території міста, зокрема при використанні середовища ArcGIS Pro версії 3.0.

Для досягнення мети було поставлено та вирішено такі **завдання**:

- 1) проаналізовано теоретичні та технічні аспекти використання сучасних геоінформаційних технологій та прийомів;
- 2) розглянуто методологічні підходи функціонування шляхів сполучення;
- 3) здійснено загальний опис території картографування;
- 4) розроблено базові шари для картмоделей території м. Чернівці;
- 5) створено карту шляхів сполучення на територію м. Чернівці;

Об’єктом даного дослідження варто вважати ГІС-технології у контексті

геопросторового аналізу, моделювання та візуалізації шляхів сполучення великого міста з метою оптимізації їх використання й подальшого проектування.

Предметом дослідження є методи й технології геоінформаційного картографування шляхів сполучення, зокрема при використанні ГІС-середовища ArcGIS Pro 3.0, на прикладі експериментального поселення – території м. Чернівці. **Методи проектування.** Дослідження ґрунтується на концептуальних засадах теорії та методології ГІС-моделювання, що відображені у фундаментальних працях таких вчених: О. М. Берлянт, Ю. С. Білич, Л. Бондаренко, Т. І. Козаченкота О. С. Васмут, та інших.

В роботі використано систему **підходів та методів:** конкретнонаукові й міждисциплінарні: геоінформаційний, картографічного моделювання, геодезичний; економіко-статистичний, загальнонаукові – аналізу і синтезу, системний, історичний, моделювання; вузькогалузеві й спеціальні – графо-аналітичні, ГІС-моделювання, геопросторового аналізу (для застосування статистичного аналізу й різних інформаційних технологій до геоданих), векторизації за растровим зображенням, геодезичної прив’язки, дешифрування.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає у розробці технології формування геопросторової бази даних у середовищі ArcGIS Pro.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі опрацювання значної кількості літературних та нормативно-правових джерел, а також технічних проектів й документацій, нами

вперше:

- розроблено алгоритм картографування шляхів сполучення у середовищі ArcGIS Pro;

набули подальшого розвитку:

- реалізація геоінформаційного підходу для вирішення вузькопрофільних задач;

- методико-технологічні прийоми геоінформаційного картографування;

- теоретичні та практичні аспекти подальшого використання ArcGIS Pro при картографуванні об’єктів інфраструктури м. Чернівці.

Практичне значення одержаних результатів. Викладені у випусковій роботі положення, узагальнення й висновки можуть бути використанні у процесі подальшого удосконалення або розробці нових технологій геоінформаційного супроводу процесу картографування. Положення та висновки дослідження можуть бути рекомендовані для подальших наукових досліджень пов'язаних із вирішенням завдань цифрового картографування в Україні.

Апробація результатів магістерського дослідження. Теоретичні висновки й практичні рекомендації, а також одержані результати можуть використовуватись картографічними організаціями та підрядниками в якості керівництва з планування та виконання подібних робіт.

Структура. Робота складається зі вступу, 3-х розділів, висновків, списку використаних джерел та представлена на 66 сторінках друкованого тексту. Робота містить 2 таблиці, 27 рисунків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ Й ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ

1.1. Поняття ГІС

«Географічна інформаційна система (ГІС) є цифровим середовищем для збирання, управління та аналізу даних з урахуванням їхнього територіального розподілу. ГІС, як наукова концепція та її втілення з використанням програмного забезпечення, ґрунтується на географічному підході до опису та розуміння нашого світу, поєднуючи безліч типів даних» [10]. Вона аналізує інформацію на основі розташування та організує її в тематичні шари, забезпечує її візуалізацію з використанням карт та тривимірних сцен. Завдяки цій унікальній можливості ГІС дозволяє отримати глибоке розуміння властивостей даних, виявити їх просторові закономірності, взаємовідносини, допомагаючи краще зрозуміти ситуацію та приймати зваженіші рішення.

Сотні тисяч організацій практично у всіх областях використовують ГІС для створення інтелектуальних карт, які забезпечують наочне подання даних, виконання просунутого аналізу, полегшують обмін інформацією та допомагають вирішувати складні проблеми.

Технологія ГІС створена для використання географічної науки через інструменти для розуміння та спільної роботи.

Географічні інформаційні системи (ГІС) виникли як результат розвитку кількох технологій у різних сферах, таких як картографія, географія, комп'ютерні науки та статистика. Ось основні етапи розвитку ГІС:

1. Картографія та географія (до 1960-х років): Початково карти та географічні дані оброблялися вручну. Картографи створювали фізичні карти, що могли відображати лише статичні дані, а для їх аналізу використовували прості інструменти, такі як лінійки і компаси. Однак, коли обсяг і складність даних почали зростати, стало очевидним, що необхідно розробити більш ефективні методи обробки просторової інформації.

2. Розвиток комп'ютерних технологій (1960-1970 роки): Одним з перших кроків до створення ГІС стало використання комп'ютерних технологій для

зберігання і аналізу просторових даних. У цей період почала розвиватися автоматизована обробка карт і географічних даних. У 1960-х роках фахівці почали використовувати комп'ютери для створення цифрових карт, а також для управління геопросторовими даними.

3. Перша ГІС (1970-1980 роки): Одним із перших програмних комплексів для обробки просторової інформації був "Canada Geographic Information System" (CGIS), розроблений в Канаді в 1960-х роках. CGIS був спеціально створений для обробки геопросторових даних, таких як земельні ресурси і природні ресурси Канади, і є одним з перших прикладів використання ГІС для аналізу просторових даних.

Водночас, у 1970-х роках в США розроблялася система "GIS" в рамках наукових досліджень у сфері землекористування, екології та містобудування. Це стало основою для подальших розробок ГІС як технології.

4. Розвиток та стандартизація (1980-1990 роки): В 1980-х роках почали з'являтися комерційні ГІС-програми, такі як ARC/INFO, що стали доступними для широкого кола користувачів. Ці програми дозволяли обробляти та аналізувати велику кількість просторових даних. Важливим моментом стало використання баз даних для зберігання просторової інформації, що дозволяло працювати з великими об'ємами даних.

Масове використання та інтеграція (2000 роки і далі): З розвитком Інтернету та потужності комп'ютерних систем ГІС набули великої популярності в різних сферах. Веб-ГІС, такі як Google Maps, OpenStreetMap та інші, зробили технології ГІС доступними для широкої аудиторії.

Зараз ГІС використовується в таких сферах, як урбаністика, екологія, сільське господарство, транспорт, охорона здоров'я, бізнес-аналіз, військова справа та багато інших. Технології ГІС дозволяють аналізувати великі обсяги просторових даних і приймати обґрунтовані рішення.

Отже, ГІС виникла завдяки поєднанню розвитку картографії, комп'ютерних технологій, баз даних і статистики. Сьогодні це потужний інструмент для аналізу та візуалізації геопросторової інформації.

Основні ГІС-продукти можна поділити на різні категорії залежно від їх призначення та функціональних можливостей. Ось основні з них:

Програмне забезпечення для роботи з ГІС

Це основні інструменти, які використовуються для обробки, аналізу та візуалізації геопросторових даних.

- ArcGIS (ESRI): Один з найпопулярніших комерційних ГІС-продуктів, який пропонує широкий набір інструментів для картографії, аналізу даних, моделювання просторових процесів, управління базами даних, а також веб-ГІС. Має інтерфейс для створення інтерактивних карт і аналітики.

- QGIS (Quantum GIS): Відкрите програмне забезпечення для ГІС, яке є безкоштовним і має потужні можливості для аналізу просторових даних, створення карт, роботи з різноманітними форматами даних. QGIS активно розвивається і має велику кількість плагінів, що розширюють його функціональність.

- MapInfo Professional: Комерційне ГІС-пЗ, яке використовується для аналізу просторових даних, географічного моделювання, картографії. Має інтеграцію з базами даних і підтримує роботу з великими об'ємами даних.

- GRASS GIS: Потужне відкрите ГІС-програмне забезпечення, яке забезпечує розширений аналіз та моделювання просторових даних, включаючи геостатистику, гідрологічні моделі та інші складні процедури.

- AutoCAD Map 3D: Програмне забезпечення для роботи з просторовими даними в середовищі AutoCAD. Підходить для розробки карт і проектування, часто використовується в інженерії та будівництві.

2. Веб-ГІС-платформи

Ці продукти дозволяють працювати з ГІС-даними через веб-браузери, що робить їх зручними для колективного доступу та аналізу.

- Google Earth/Google Maps: Веб-сервіси, що дозволяють переглядати та аналізувати географічні дані, створювати прості картографічні проекти, додавати шари даних і обробляти карти.

- ArcGIS Online: Хмарна платформа від ESRI для створення, обміну та

аналізу карт і географічних даних в режимі онлайн. Це потужний інструмент для колективної роботи з просторовими даними через Інтернет.

- OpenStreetMap (OSM): Проект відкритої картографії, що дозволяє створювати, редагувати та використовувати карти та просторові дані на основі користувацьких внесків. Використовується для створення картографічних продуктів, додатків та сервісів.

- Leaflet: Легкий і зручний інструмент для створення інтерактивних карт у веб-додатках, який підтримує інтеграцію з різними джерелами даних, зокрема з OpenStreetMap.

3. Інструменти для аналізу геопросторових даних

Це продукти, які спеціалізуються на обробці та аналізі просторових даних для розв'язання складних задач.

- ERDAS IMAGINE: Потужне програмне забезпечення для дистанційного зондування Землі (обробка супутникових та аерофотознімків) та просторового аналізу. Використовується в екології, сільському господарстві, геології.

- ENVI: Інструмент для обробки та аналізу даних дистанційного зондування, особливо корисний для обробки супутникових зображень та створення тематичних карт.

- SPSS for Geospatial Analysis: Спеціалізоване програмне забезпечення для статистичного аналізу просторових даних, яке використовують в дослідженнях соціальних, економічних і екологічних процесів.

4. ГІС-бази даних

Ці продукти забезпечують зберігання, управління та обробку географічних і просторових даних в базах даних.

- PostGIS: Розширення для PostgreSQL, яке додає підтримку просторових даних. Це потужна система для зберігання та обробки геопросторових даних у вигляді географічних об'єктів.

- Oracle Spatial: Рішення від Oracle для зберігання та обробки просторових даних в реляційних базах даних. Забезпечує підтримку складних просторових запитів та аналізу.

- Microsoft SQL Server Spatial: Модуль для роботи з просторовими даними в середовищі Microsoft SQL Server.

5. Інструменти для моделювання та прогнозування

Ці продукти використовуються для створення просторових моделей, прогнозування та симуляцій.

- STELLA: Програмне забезпечення для моделювання складних систем, яке підтримує просторові змінні і використовується для моделювання природних і соціальних процесів.

- VISSIM: Програмне забезпечення для моделювання транспортних потоків і планування інфраструктури, яке також має можливості для роботи з ГІС-даними.

- SimCity: Гра, яка використовується в освіті для моделювання міського розвитку та планування, зокрема в контексті використання ГІС-даних для проектування міст.

6. Інші спеціалізовані продукти

Ці продукти мають вузьку спрямованість і використовуються в специфічних галузях.

- Global Mapper: Програмне забезпечення для роботи з різними форматами просторових даних і їх аналізу. Використовується в геодезії, картографії, інженерії та інших галузях.

- Lidar Software (наприклад, LAStools): Програмні комплекси для обробки даних лазерного сканування (LiDAR), що використовуються для створення високоточних тривимірних моделей поверхні Землі.

ГІС-продукти охоплюють широкий спектр інструментів для роботи з геопросторовими даними: від базових програм для створення карт до спеціалізованих платформ для аналізу та моделювання. Вибір конкретного продукту залежить від завдань, які ви ставите перед собою, і специфіки вашої діяльності.

1.2. Функціональні можливості ГІС

Класичну схему функцій ГІС, запропоновану «патріархом» геоінформатики канадцем Р.Томлінсом, наведено на рис. 1.1. Відповідно до цих узагальнених функцій ГІС виділяють і підсистеми ГІС: підсистеми збору, обробки, аналізу і т.д. [3, 5].

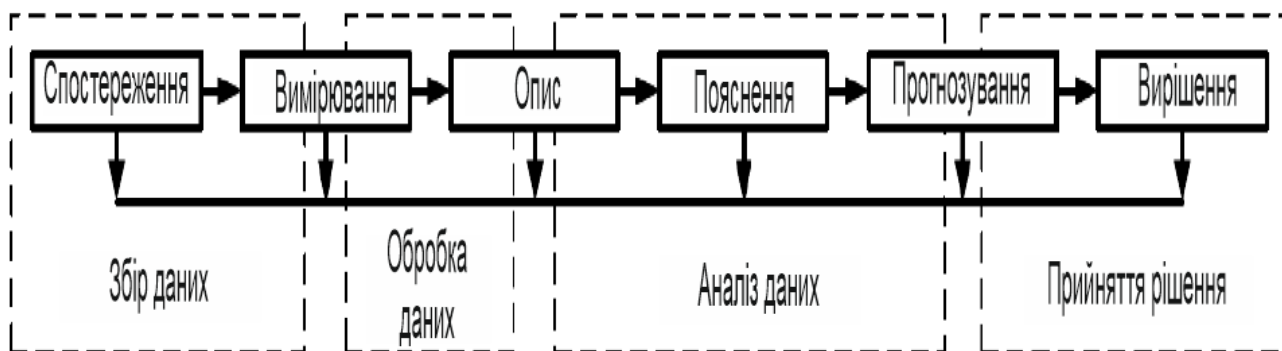


Рис. 1.1. Функції геоінформаційної системи

До системи збору інформації відносяться: 1) цифрові карти; цифрове фото- та відеозображення; вхідні просторові дані; вхідні атрибутивні дані. На їх основі формуються бази даних географічної інформації та атрибутивної інформації. У підсистемах обробки та аналізу формується система обробки просторових даних і проводиться управління базою даних. У підсистемі відображення на основі обробки просторових даних формуються наступні карти: складові, проектні, інтерпретаційні, багат шарові на основі. На основі системи управління базою даних формуються таблична та статистична інформація (площа, відстані, загальна база даних) [4]. Зазначена схема відображає функції географічних інформаційних систем з огляду загальних їх цілей та технологічного процесу обробки та аналізу просторових даних, проте для пересічного користувача робота в ГІС виглядає по іншому [3, 5]. Спеціалісти, які працюють у галузі ГІС та ГІС-технологій, займаються наступним: проектуванням баз даних; накопиченням первинних даних; проектуванням ГІС; розробкою та підтримкою ГІС; плануванням, управлінням та адмініструванням геоінформаційних проектів; професійною геоінформаційною освітою та навчанням ГІС-технологіям; маркетингом і поширенням ГІС-продукції та геоданих.

Отже, геоінформаційні системи (ГІС) – це потужний інструмент, який

дозволяє збирати, зберігати, аналізувати та візуалізувати географічні дані. Вони використовуються у широкому спектрі галузей, від картографії та містобудування до екології та бізнесу.

Основні функції ГІС:

1. Збір даних:

- ✓ Цифрування паперових карт та схем
- ✓ Отримання даних з GPS-приймачів, дистанційного зондування (супутникові знімки, аерофотознімки)

- ✓ Введення даних вручну або через спеціальні форми

2. Зберігання даних:

- ✓ Структурована організація даних у географічних базах даних
- ✓ Використання різних форматів даних (векторний, растровий)

3. Обробка даних:

- ✓ Редагування та оновлення даних
- ✓ Перетворення даних з одного формату в інший
- ✓ Виконання геометричних операцій (об'єднання, перетинання, буферизація)

Аналіз даних:

- ✓ Просторовий аналіз (відстані, площі, густота)
- ✓ Статистичний аналіз (кореляція, регресія)
- ✓ Моделювання просторових процесів

Візуалізація даних:

- ✓ Створення карт, схем, графіків
- ✓ Інтерактивні карти з можливістю навігації та пошуку
- ✓ Тривимірна візуалізація

Приклади застосування ГІС:

Картографія: Створення детальних карт різних масштабів, тематичних карт (наприклад, карт ґрунтів, рельєфу, населення).

Містобудування: Планування міст, аналіз транспортних потоків, оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище.

Екологія: Моніторинг природних ресурсів, дослідження змін клімату, моделювання поширення забруднення.

Геологія: Аналіз геологічних даних, пошук корисних копалин.

Аграрний сектор: Моніторинг сільськогосподарських угідь, оптимізація використання добрив.

Бізнес: Аналіз ринків, оптимізація логістичних маршрутів.

Надзвичайні ситуації: Моделювання поширення пожеж, повеней, розливів нафти.

Популярні програмні продукти ГІС:

ArcGIS (Esri)

QGIS (Open Source)

Google Earth Engine

MapInfo (Pitney Bowes)

1.3. Загальна структура ГІС

Загальна структура географічної інформаційної системи (ГІС) включає кілька ключових компонентів, які працюють разом для обробки, зберігання, аналізу, візуалізації та управління географічними та просторовими даними. Ось основні складові структури ГІС:

- апаратне забезпечення, це фізичні компоненти, які підтримують функціонування ГІС. До них відносяться: комп'ютери (сервери, робочі станції, персональні комп'ютери) для зберігання та обробки даних; периферійні пристрої (принтери, сканери, монітори) для виведення та введення інформації; глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS) для збору даних про місце розташування (якщо потрібно); дистанційне зондування (супутникові та аерофотознімки) для збору географічних даних.

- програмне забезпечення є ядром системи, що включає: ГІС-платформи — основні програми для створення, обробки і аналізу карт і просторових даних (наприклад, ArcGIS, QGIS, MapInfo). Інструменти для аналізу просторових даних

— програмні модулі, які дозволяють здійснювати геопросторові операції, такі як буферизація, з'єднання шарів, просторова класифікація, аналіз покриття, моделювання тощо.

Бази даних – програмні системи, які дозволяють зберігати і організовувати географічні дані. Наприклад, PostGIS для PostgreSQL або Oracle Spatial для Oracle.

- географічні та просторові дані є основним вмістом ГІС, і вони зазвичай поділяються на кілька типів: Растрові дані – зображення або решітки, де кожен піксель (клітинка) містить значення (наприклад, супутникові знімки, температурні карти).

Векторні дані – набір геометричних об'єктів, що описують просторові об'єкти (точки, лінії, полігони). Наприклад, шляхи доріг, межі земельних ділянок, позиції будівель.

Дані про атрибути – інформація, що описує просторові об'єкти (наприклад, населення, типи земель, висоти тощо).

Теми і шари – в ГІС дані зазвичай організовані в шари або тематичні групи (наприклад, один шар для рельєфу, інший – для доріг).

- база даних ГІС

База даних зберігає як просторову, так і атрибутивну інформацію. Вона включає:

Просторові дані — визначають географічне розташування об'єктів (наприклад, координати точок, ліній або полігонів).

Атрибутивні дані — додаткові характеристики об'єктів, що пояснюють, що саме представляють собою географічні об'єкти (наприклад, населення міста або тип ґрунту на певній території).

- людський ресурс (користувачі)

Користувачі ГІС є невід'ємною частиною її структури. Вони можуть бути:

Аналізатори і експерти з ГІС — спеціалісти, які працюють з програмами для аналізу просторових даних.

Картографи — фахівці, що створюють карти та інші візуальні інтерфейси

для відображення просторової інформації.

Кінцеві користувачі — люди або організації, які використовують результати роботи ГІС для прийняття рішень (наприклад, міські планувальники, екологи, розробники інфраструктури).

6. Методи та інструменти аналізу

Просторова статистика — методи для вивчення взаємозв'язків між просторовими елементами та їх характеристиками (наприклад, класифікація, кореляція, тренди).

Моделювання — застосування математичних моделей для прогнозування змін у просторі (наприклад, моделювання повені, поширення забруднень).

Геообробка та аналіз — виконання операцій над географічними даними, таких як з'єднання, перетворення, агрегація, інтерполяція.

7. Інтерфейс користувача (UI)

Графічний інтерфейс — інструменти для візуалізації просторових даних та їх інтерактивного перегляду, такі як карти, діаграми, графіки.

Інтерфейс для вводу даних — включає панелі інструментів для введення нових даних або редагування існуючих.

Інтерфейс для звітів та виведення — створення карт, звітів, діаграм, що використовуються для представлення результатів аналізу.

8. Інфраструктура та мережа

Це зв'язки між компонентами ГІС, які забезпечують обмін даними та доступ до ресурсів:

Системи управління базами даних (СУБД) — для зберігання та обробки великих обсягів просторових даних.

Мережі та сервери — інфраструктура для доступу до даних через Інтернет або локальні мережі (наприклад, веб-сервіси ГІС, такі як WMS — Web Map Service, WFS — Web Feature Service).

Інтеграція з іншими інформаційними системами — для обміну даними між різними базами даних, іншими ГІС та спеціалізованими інструментами.

9. Документація та стандарти

Документація описує способи роботи з даними та програмами в ГІС, а також методи їх інтеграції та обміну. Стандарти, такі як ISO 19115 для метаданих, забезпечують правильне використання та обмін географічними даними між різними системами.

10. Веб-інтерфейси та мобільні додатки

Веб-платформи та мобільні додатки стають все більш важливими складовими ГІС:

Веб-ГІС — це сервіси, які дозволяють працювати з геопросторовими даними через Інтернет, наприклад, ArcGIS Online, Google Maps, OpenStreetMap.

Мобільні додатки — використовуються для збору польових даних, навігації та аналізу в реальному часі. Мобільні пристрої часто інтегровані з GPS і можуть використовувати ГІС для збору даних на місці.

Підсумок

Загальна структура ГІС включає апаратне забезпечення, програмне забезпечення, дані, бази даних, методи аналізу та інтерфейси користувачів. Всі ці компоненти взаємодіють для забезпечення ефективного збору, обробки, аналізу та представлення просторових даних, що є основою для прийняття обґрунтованих рішень у різних галузях.

Семантична інформація – це інформація, що міститься у висловлюванні та передана через значення одиниць мови. Не завжди збігається з його змістом. Семантична інформація отримує різну інтерпретацію залежно від ситуації, контексту. Загальновідомо, що сенс будь-якого слова природної мови визначається контекстом. Це закономірне наслідок того, що більшість слів застосовується не до певної речі, а до групи чи класу речей. Якби від мови вимагалось притримування принципу "одне слово – одна річ", то користуватися такою мовою неможливо було б.

Просторова інформація у ГІС представлена даними, які описують просторове місце положення об'єктів (елементи графічного оформлення, координати).

Атрибутивна інформація в ГІС – це геодані, що описують кількісні або

якісні параметри просторово відповідних об'єктів.

Так, до прикладу, житлова споруда на моніторі може бути представлена у вигляді області (графічна складова), а в атрибутивній базі геоданих буде міститися дані про її площу, кількість поверхів, поштову адресу, матеріал стін, тип фундаменту, матеріалу будівлі тощо. (Рис. 2.2)

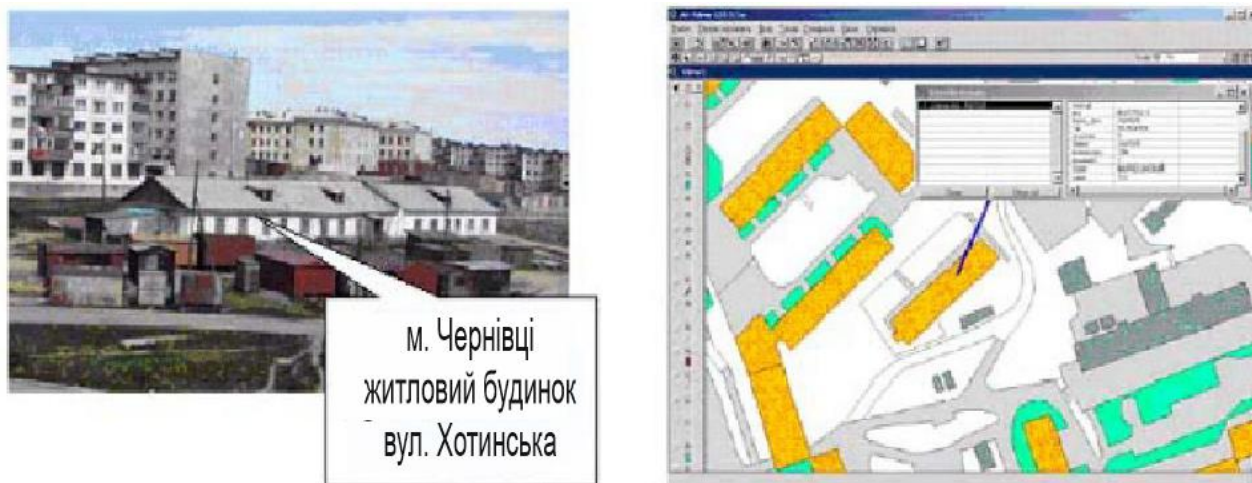


Рис. 2.2. Відображення у ГІС

Характеристика інтерфейсу: табличний та графічний інтерфейс відповідає стандарту WINDOWS. Усі операції виконуються в інтерактивному режимі роботи з динамічною візуалізацією ходу виконання та результатів виконуваних операцій.

Основні компоненти ГІС:

- Апаратне забезпечення: Комп'ютери, сервери, пристрої введення та виведення даних (монітори, принтери, сканери), GPS-приймачі та інші пристрої, необхідні для збору, обробки та відображення геопросторових даних.
- Програмне забезпечення: Спеціалізовані програми, які дозволяють вводити, зберігати, обробляти, аналізувати та візуалізувати геопросторові дані.

Приклади популярних ГІС-програм: ArcGIS, QGIS, MapInfo.

- Геопросторові дані: Це серце будь-якої ГІС. Вони включають в себе:
 - Картографічні дані: Цифрові карти, атласи, плани міст тощо.
 - Супутникові зображення: Фотографії Землі, зроблені зі супутників.
 - Аерофотознімки: Фотографії земної поверхні, зроблені з літаків.

- Дані дистанційного зондування: Інформація, отримана за допомогою різних датчиків, встановлених на супутниках або літаках.
- Табличні дані: Статистичні дані, демографічна інформація, соціально-економічні показники, пов'язані з певними географічними об'єктами.
- Люди: Спеціалісти, які працюють з ГІС: геодезисти, картографи, програмісти, аналітики даних та інші фахівці, які збирають, обробляють, аналізують і інтерпретують геопросторові дані.

ГІС дозволяє об'єднати різні типи даних в єдину систему, пов'язуючи їх за географічним положенням. Наприклад, можна нанести на карту дані про рівень забруднення повітря, розташування промислових підприємств та житлових масивів. Це дозволить провести аналіз та виявити закономірності, які важко помітити при розгляді окремих даних.

Застосування ГІС: Картографія: Створення і оновлення карт різного масштабу та призначення; Планування міст: Аналіз міських територій, розробка планів розвитку інфраструктури; Управління природними ресурсами: Моніторинг лісів, земельних угідь, водних ресурсів; Екологічний моніторинг: Відстеження змін навколишнього середовища, прогнозування природних катаклізмів; Маркетинг: Аналіз ринків, визначення оптимальних місць для розміщення торгових точок; Логістика: Оптимізація маршрутів транспорту, управління складськими запасами; Геологія: Дослідження геологічної будови територій, пошук корисних копалин.

Переваги використання ГІС:

- Візуалізація даних: ГІС дозволяє наочно представити складну інформацію у вигляді карт, графіків та діаграм.
- Аналіз даних: Можна проводити різноманітні аналізи, такі як буферний аналіз, аналіз просторових відносин, статистичний аналіз.
- Інтеграція даних: Можна об'єднати різні типи даних в єдину систему.
- Прийняття рішень: ГІС допомагає приймати обґрунтовані рішення на основі аналізу геопросторових даних.

1.4. Сутність географічної бази даних

Однією з найважливіших функцій ГІС є організація, структурування та управління даними. В даний час ГІС є потужним і розвиненим інструментом для управління даними за просторовим принципом.

ГІС повинна мати можливість не тільки відображати інформацію на карті, але й мати можливість проектувати, аналізувати та прогнозувати на базі вхідних даних. Саме ці функції описують таку можливість геоінформаційної системи, як аналіз й обробка.

ГІС в основному використовується для візуального представлення геоданих, і це потужний інструмент у цій галузі. ГІС можна вважати спадкоємицею картографії, від якої ГІС отримали таке поняття, як візуалізація. Це найбільш популярна функція ГІС та як правило використовується першою. Він дає змогу створювати наочні ілюстративні схеми та мапи.

База даних – це структурований набір цифрової інформації, що зберігається у формі, яка забезпечує обробку за допомогою автоматичних засобів. Головною характерною рисою бази даних є універсальність використання та зберігання даних. Це означає, що зміна геоданих у базі даних не примусово змінює програмне забезпечення, і навпаки.

Бази даних (БД) поєднують у собі такі функції:

- цілісність даних;
- повний доступ до інформації;
- створення залежності даних;
- швидкість доступу до інформації.

Для коректної та швидкої взаємодії із базами даних визначено 2 поняття:

- адміністратор баз даних (аБД);
- система керування базами даних (СУБД).

Система управління базами даних – це програмний продукт, який забезпечує доступ до геобаз даних. Будь-яка СУБД може виконувати такі задачі:

- створення таблиць та інших елементів бази даних;
- додавання записів до таблиці;

- редагування записів у таблиці;
- видалення записів, таблиць, інших елементів бази даних;
- пошук записів.

СУБД забезпечує повний доступ до баз даних і полегшує взаємодію із ними. Реляційна БД – це база даних, що складається із взаємопов'язаних табличних даних, кожна з яких містить дані про об'єкти певного різновиду [4].

Адміністратор бази даних - це особа або група людей, в обов'язки яких входить моніторинг стану бази даних, функцій засобів керування базами даних та інтерфейсів.

Реляційні БД зберігають два типи даних при використанні у ГІС:

- атрибутивні (семантичні);
- графічний.

Семантика – це розділ логіки, який присвячений аналізу комплексу взаємопов'язаних понять. Відповідно, атрибутивна БД містить інформацію про наповнення мапи та додаткову інформацію, що складається із опису території або відомостей, які описують якісні характеристики об'єктів.

Графічна БД зберігає графічну чи метричну основу карти в цифровому вигляді.

Одним із найважливіших компонентів ГІС є дані. Загалом їх поділяють на дві групи:

- позиційні (географічні);
- непозиційні (атрибутивні).

Особливістю геоданих є те, що вони містять інформацію про розташування об'єкта в геопросторі. Прикладом можуть бути локація певної споруди.

Дані в ГІС описують реальні об'єкти, такі як будівлі, дороги, водойми, ліси. Реальні елементи можна розділити на дві абстрактні категорії:

- суцільні (рельєф, опади);
- дискретні (забудова, територіальні зони).

Атрибутивні дані, на відміну від геопросторових, не описують де саме розташований об'єкт, а несуть інформацію про властивості цього об'єкта. Прикладом для згаданої вище споруди може бути власна назва, висота споруди, кількість дверей тощо.

Векторні та растрові дані використовуються для відображення цих 2-х категорій елементів.

Растрові дані зберігаються у вигляді наборів величин, які впорядковані у формі прямолінійної мережі. Комірки цієї мережі називаються пікселями. Найпоширенішим методом отримання растрів про поверхню Землі є ДЗ, що проводиться за допомогою ШСЗ. Збереження растрових даних може проводитись за допомогою графічних форматів, наприклад JPEG або TIF, чи у бінарному вигляді у БД.

Векторні дані найчастіше представляються наступними типами, як:

- полілінії;
- точки;
- багатокутники (многокутники).

Векторні дані є одним із основних типів географічних даних у ГІС, і вони описують географічні об'єкти через математичні координати та геометричні форми. Векторні дані використовуються для представлення об'єктів, які мають чіткі межі або контури, таких як дороги, річки, будівлі, земельні ділянки, кордони тощо.

Точки (Point) – це найпростішу векторну одиницю, яка описує конкретне місце на карті за допомогою однієї пари координат (x, y). Точки використовуються для представлення об'єктів, розміщених у конкретних географічних точках, наприклад, географічні координати міст, стовпи електричних ліній, знаки на дорогах. Місцезнаходження пам'ятника, стовп сигналізації, GPS-точка.

Лінії (Line) визначається кількома точками (вершинами), які з'єднані між собою. Лінії використовуються для представлення таких об'єктів, як дороги,

річки, залізничні колії, контури меж. Автомагістралі, річки, залізничні шляхи, кордони районів.

Полігони (Polygon) є замкнутим лінійним об'єктом, що утворюється шляхом з'єднання кількох точок і ліній, де остання точка з'єднується з першою, створюючи замкнуту область. Полігони використовуються для відображення об'єктів, які мають площу або межі, наприклад, земельні ділянки, озера, лісові масиви, кордони країн або міст. Земельні ділянки, національні парки, адміністративні межі, озера.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ

2.1. Класифікація вулично-дорожньої мережі

Шляхи сполучення – це інфраструктура, яка забезпечує переміщення людей, товарів, послуг та інформації між різними пунктами. Вона складається з різних видів транспортних і комунікаційних засобів і шляхів, що дозволяють ефективно організувати зв'язок між регіонами, країнами і навіть континентами.

Вулично-дорожня мережа – це система шляхів та доріг, що забезпечують рух транспорту і пішоходів у межах населених пунктів. Вона є важливою частиною міської інфраструктури і відіграє ключову роль у функціонуванні міст, забезпечуючи комфортне пересування та зв'язок між різними районами (рис. 2.1).

Таблиця 2.1. Класифікація та параметри вулично-магістральної мережі міст

Група поселень	Категорія вулиць і доріг	Розрахункова швидкість руху, км/год	Ширина смуги руху, м	Кількість смуг проїзної частини	Найбільший поздовжній ухил, %	Найменші радіуси кривих у плані, м	Ширина тротуару, м
Магістральні вулиці й дороги:							
Найбільш значні, великі міста	загальноміського значення, безперервного руху	100	3,75	6-8	40	500	4,5
	те ж регульованого руху	80	3,75	4-6	50	400	3,0
	районного значення	70	3,75	4-6	60	250	2,25
Великі міста	загальноміського значення	80	3,75	4-6	60	400	3,0
	районного значення	60	3,75	2-4	60	250	2,25
Середні, малі міста	Магістральні вулиці /дороги/	60	3,75	2-4	60	250	2,25
Вулиці й дороги місцевого значення							
Усі групи поселень	житлові вулиці	40	3,75	2	70	125	1,5
	дороги в промислових і комунально-складських зонах	40	3,75	2	60	250	1,5
	проїзди	30	3,5	1-2	80	30	0,75
	пішохідні вулиці і дороги	4	0,75	2-6	60	-	-
	велосипедні доріжки	30	1,50	1-2	40	50	-

Формування мережі магістральних вулиць є ключовим аспектом міського планування, який впливає на ефективність транспорту, зручність для мешканців та загальний розвиток міської інфраструктури.

Пішохідна доступність від магістральних вулиць є важливим аспектом міського планування, оскільки вона визначає зручність переміщення пішоходів до основних точок інтересу, таких як зупинки громадського транспорту, магазини, школи, парки та інші об'єкти. Для підвищення пішохідної доступності часто використовують методи "компактного міста" або ж концепцію "місто 15 хвилин", що передбачає наявність усіх важливих сервісів у пішохідній доступності від житлових районів.

Відстані між магістральними вулицями враховують як щільність забудови, так і природні особливості території, такі як рельєф. Стандартна відстань між магістральними вулицями в містах зазвичай становить 700–1000 метрів, що забезпечує доступність та належний розподіл транспортних потоків.

Однак у районах з пересіченим рельєфом і великими ухилами ці відстані повинні коригуватися, оскільки кут нахилу поверхні впливає на безпеку руху, особливо в умовах погіршеної погоди. Згідно з нормами, у випадках, коли поздовжні ухили становлять:

- від 8–9% – відстань між магістральними вулицями скорочується на 10%.
- від 9–10% – відстань скорочується на 20%.
- більше 10% – відстань між магістралями зменшується на 30%.

Магістральні вулиці безперервного та регульованого руху проєктуються з урахуванням головних напрямків руху транспорту і пасажирів у місті. Вони забезпечують зв'язок житлових районів із загальноміським центром і великими промисловими зонами, а також створюють можливість для транзитного транспорту обійти центральну частину міста. Це допомагає знизити навантаження на внутрішні вулиці, покращити пропускну здатність магістралей і забезпечити комфортний рух транспорту без заторів. Вулиці безперервного руху мають проєктуватися таким чином, щоб уникати звичайних перехресть на одному рівні з іншими вулицями. Замість цього використовуються розв'язки на різних рівнях, такі як шляхопроводи, тунелі або розділені смуги руху. Це дозволяє забезпечити безперервний потік транспорту без зупинок на світлофорах, зменшити затори і підвищити загальну безпеку.

Там, де необхідно створити доступ до прилеглих вулиць або районів, проектується спеціальні з'їзди та в'їзди, що не порушують основного потоку транспорту.

Зразок класифікації та параметрів вулиць й доріг сільських поселень наведено в таблиці 2.2.

Табл. 2.2 - Класифікація вулиць і доріг сільських поселень

Категорія вулиць і доріг	Ширина смуги руху, м	Кількість смуг руху	Найменша ширина тротуару, м
Селищна дорога	3.5	2-4	—
Головна вулиця	3.5	2-4	1.5
Житлова вулиця	3.0	2	1.0
Проїзд	3.5	1-2	—
Дорога господарського призначення	4.5	1	—
Пішохідна вулиця	0.75	2-4	—

2.2. Структура вулично-дорожньої мережі

У сучасній вуличній мережі міста вулиці поділяються на дві основні групи за призначенням та умовами руху:

1. Магістральні вулиці – це основні транспортні артерії, які забезпечують зв'язок між основними районами міста. Вони призначені для швидкого пересування великих обсягів транспорту. Магістралі поділяються на:

Магістралі безперервного руху – дороги, де рух здійснюється без зупинок на перехрестях, завдяки наявності розв'язок на різних рівнях. Вони призначені для забезпечення транзитного потоку транспорту.

Магістралі регульованого руху – дороги, де рух регулюється світлофорами або іншими засобами організації дорожнього руху. Вони обслуговують потоки транспорту на внутрішньоміському рівні.

2. Місцеві вулиці – це вулиці, призначені для обслуговування безпосередньо житлових або промислових зон, де швидкість руху обмежена, а основною метою є доступ до окремих об'єктів та забезпечення безпеки

пішоходів. Місцеві вулиці мають менше навантаження та часто використовуються для внутрішньоквартального руху та доступу до житлових будинків і громадських установ.

Підвищення безпеки та поліпшення санітарно-гігієнічних умов життєдіяльності населення має забезпечуватися переважно планувальними засобами.

При проєктуванні мережі магістральних вулиць і доріг важливо забезпечити раціональну систему громадського пасажирського транспорту, яка відповідатиме потребам міста та забезпечуватиме зручне і швидке переміщення мешканців. Основні вимоги включають. Виділення смуг для громадського транспорту – на магістральних вулицях слід передбачати окремі смуги для автобусів, тролейбусів і маршрутних таксі. Це зменшить затримки громадського транспорту через загальний потік машин та дозволить дотримуватися розкладу. Наявність зручних пересадочних вузлів – магістральні вулиці мають бути спроектовані так, щоб забезпечити зручні пересадки між різними видами транспорту (автобусами, тролейбусами, трамваями, метро), розміщеними у ключових точках.

Забезпечення високої пропускної здатності – магістральні вулиці повинні мати достатню ширину і необхідну кількість смуг для забезпечення високої пропускної здатності, особливо в місцях концентрації пасажиропотоків.

Зручний доступ до зупинок – зупинки громадського транспорту мають розташовуватися на безпечній відстані одна від одної, з урахуванням пішохідної доступності, особливо на великих магістралях. Це передбачає наявність підземних чи надземних пішохідних переходів, щоб уникнути затримок руху.

Раціональне розташування маршрутів – маршрути громадського транспорту повинні бути прокладені таким чином, щоб охоплювати всі основні житлові райони, об'єкти соціальної інфраструктури, промислові зони та загальноміський центр.

Зниження перетинів із потоками індивідуального транспорту – уникнення перетинів маршрутів громадського транспорту із потоками індивідуального

транспорту за рахунок різнорівневих розв'язок та виділених смуг для громадського транспорту.

Дотримання цих вимог дозволить створити ефективну, швидку і безпечну систему громадського транспорту, яка сприятиме зниженню навантаження на міську транспортну систему, покращить екологічну ситуацію та підвищить якість життя мешканців.

На першому етапі будівництва магістральних вулиць з безперервним рухом можуть допускатися окремі перехрестя на одному рівні. Це тимчасове рішення, яке застосовується до завершення повної реконструкції або розвитку інфраструктури, коли ще немає можливості побудувати розв'язки на різних рівнях.

Проте, такі перехрестя мають бути організовані так, щоб мінімізувати вплив на безперервність руху.

При проектуванні магістральних вулиць безперервного руху в районах житлової забудови дійсно необхідно передбачати місцеві смуги одностороннього руху шириною 7,0 м.

- Ширина вулиць і доріг проектується на основі розрахунків, що враховують інтенсивність транспортного та пішохідного руху, а також набір елементів поперечного профілю. До цих елементів належать:

- Проїзні частини – кількість і ширина смуг визначаються на основі прогнозованої інтенсивності руху, типу транспорту (громадський, вантажний, легковий), а також потреби у виділених смугах для громадського транспорту.

- Технічні смуги – призначені для розміщення підземних комунікацій (водопостачання, електромережі, каналізація тощо) і повинні бути доступними для обслуговування, не заважаючи дорожньому руху.

- Тротуари та пішохідні зони – ширина тротуарів залежить від інтенсивності пішохідного руху, враховується також доступність для маломобільних груп населення та зручне облаштування пішохідних маршрутів.

- Зелені насадження – слугують для зниження рівня шуму, очищення повітря і створення комфортного середовища для мешканців. Зелені зони мають

бути достатньо широкими для забезпечення ефективного розділення транспорту та пішоходів.

- Санітарні та гігієнічні вимоги – передбачають розділення житлових зон і транспортних магістралей для мінімізації впливу шуму, вібрацій та забруднення повітря. Зелені насадження і технічні смуги сприяють виконанню цих вимог.

- Вимоги цивільної оборони – ширина вулиць також повинна забезпечувати можливість евакуації населення і доступу рятувальних служб у разі надзвичайних ситуацій. Зокрема, передбачається зручний під'їзд пожежної та швидкої допомоги до житлових і громадських будівель.

- Всі ці аспекти комплексно враховуються при визначенні оптимальної ширини вулиць і доріг, щоб забезпечити безпеку, комфорт та ефективність міського середовища.

У малих і середніх містах ширину вулиць у червоних лініях приймають - 30-45 м.

Для магістральних доріг, особливо в житлових районах, встановлено нормативні відстані для забезпечення комфорту і безпеки мешканців. Відстань від краю основної проїзної частини до лінії житлової забудови має становити:

- не менше 50 м – для доріг без шумозахисних споруд. Ця відстань допомагає зменшити негативний вплив шуму, вібрації та забруднення від транспортного потоку на мешканців прилеглих будинків.

- не менше 25 м – при наявності шумозахисних споруд. Шумозахисні бар'єри (стіни, насипи, зелені смуги) знижують рівень шуму і дозволяють скоротити санітарний розрив до житлових будівель.

Між допоміжними проїзними частинами і бортовим каменем магістральних вулиць мають бути передбачені запобіжні смуги шириною, м:

- для магістральних вулиць безперервного руху – 0,75

- для магістральних вулиць і доріг зрегульованим рухом – 0,5.

У стислих умовах і під час реконструкції допускається влаштовувати розподільчі смуги лише на магістральних вулицях з безперервним рухом транспорту шириною не менше 0,50 м.

Велосипедні доріжки слід планувати з урахуванням інтенсивності транспортних і пішохідних потоків для забезпечення безпеки велосипедистів та зручності руху. Основні вимоги до проєктування велосипедних доріжок:

1. Напрямки найбільш інтенсивних потоків – доріжки слід прокладати вздовж маршрутів із високою інтенсивністю транспортного і пішохідного руху, що дозволить забезпечити безпечний і комфортний рух велосипедистів у містах та сільських населених пунктах.

2. Різні функціональні зони – велосипедні доріжки потрібно передбачати у ключових функціональних зонах, таких як:

- Сільськогосподарська зона – забезпечує доступ до сільськогосподарських об'єктів.
- Промислова зона – сприяє безпечному руху працівників до підприємств та інших промислових об'єктів.
- Ландшафтна і рекреаційна зони – дозволяє розвивати екологічний і спортивний туризм та забезпечувати зручність пересування у зонах відпочинку.

3. Ізольованість доріжок – якщо інтенсивність руху перевищує 50 велосипедистів на годину, доріжки необхідно прокладати ізольовано від транспортних і пішохідних потоків. Це може бути досягнуто завдяки фізичним бар'єрам або достатній відстані, що розділяє велодоріжки і основні транспортні або пішохідні маршрути.

Таке проєктування сприяє підвищенню рівня безпеки, створює зручні умови для пересування велосипедистів та стимулює розвиток велосипедної інфраструктури як екологічного і доступного виду транспорту.

Доріжки для проїзду інвалідних колясок слід прокладати вздовж основних напрямків руху людей з інвалідністю у межах населених пунктів або в місцях з високою пішохідною активністю. Такі доріжки повинні відповідати стандартам доступності, мати мінімальні ухили, зручні ширину та поверхню, а також передбачати спеціальні пандуси та з'їзди, щоб гарантувати безпечне і комфортне пересування людей з обмеженою мобільністю.

2.3. Перехрестя вулиць і доріг

Перехрестя, що утворюють міські вулиці та дороги, за характером організації дорожнього руху поділяються на дві групи:

- регульовані перехрестя – це перехрестя, на яких організовано рух за допомогою світлофорів або дорожніх знаків, що регулюють порядок руху транспортних засобів та пішоходів. Такі перехрестя забезпечують більш чітке та організоване переміщення учасників дорожнього руху.

- нерегульовані перехрестя – це перехрестя, на яких відсутні світлофори чи інші засоби регулювання руху. Рух на таких перехрестях залежить від правил пріоритету (наприклад, «пріоритет правої руки» або інших дорожніх знаків), а також від взаємної обережності водіїв та пішоходів.

Також, Перехрестя можуть бути поділені на дві основні групи залежно від кількості рівнів, на яких проходять транспортні потоки:

- перехрестя в один рівень — це перехрестя, де всі транспортні потоки (автомобілі, пішоходи, велосипедисти) рухаються на одному рівні, тобто на одній площині. Такі перехрестя зазвичай мають світлофори або знаки, що регулюють рух, або діють на принципі пріоритету. Вони найбільш типові для міських умов і можуть бути як регульованими, так і нерегульованими.

- перехрестя в декілька рівнів (міст або естакади) — це перехрестя, де транспортні потоки розподілені на кілька рівнів, щоб уникнути перехрещення руху та зменшити затори. Такі перехрестя створюються шляхом піднімання або зниження частини дорожнього руху за допомогою мостів, естакад або тунелів. Вони забезпечують безперервний рух та підвищують безпеку, особливо на великих трасах або в умовах інтенсивного руху.

Таким чином, основна різниця між ними полягає в тому, що перехрестя в один рівень є більш простими та поширеними в містах, а перехрестя в декілька рівнів використовуються для вирішення проблем з інтенсивним рухом та збільшення пропускної здатності доріг.

Ці категорії визначають рівень контролю та порядок руху на конкретних перехрестях, що впливає на безпеку дорожнього руху в міських умовах.

За планувальним рішенням перехрестя в одному рівні поділяються на такі основні типи:

- перехрестя з круговим рухом (круговий рух) — це перехрестя, на якому транспортний потік організований у вигляді кола, де транспортні засоби рухаються по колу в одному напрямку, а для в'їзду на перехрестя необхідно дати пріоритет транспортним засобам, що рухаються по колу. Круговий рух допомагає зменшити затори і підвищити безпеку, оскільки транспортні потоки не стикаються на прямому перехресті.

- перехрестя з лінійним рухом (пряме перехрестя) — це традиційні перехрестя, де транспортні засоби рухаються по лінії через перехрестя. Цей тип перехрестя може бути регульованим (зі світлофорами або знаками) або нерегульованим, в залежності від того, як організовано рух.

- перехрестя з перевагою руху — це перехрестя, на яких порядок руху визначається за допомогою дорожніх знаків, що вказують пріоритет одного напрямку руху над іншим (наприклад, «пріоритет правої руки»).

- перехрестя з відокремленими напрямками руху — це перехрестя, де для кожного напрямку руху передбачено окремі смуги або навіть окремі дороги для уникнення перехрещення потоків. Це дозволяє підвищити пропускну здатність та безпеку руху.

Ці типи перехресть використовуються для організації безпечного і ефективного руху, враховуючи рівень інтенсивності дорожнього потоку та інші планувальні фактори.

Тип перехресть у плані визначається планувальною системою вуличної мережі та конфігурацією кварталів прилеглої забудови.

Перехрестя слід відрізняти за:

- категорії вулиць, що перетинаються;
- геометрична схема перехрестя;
- спосіб організації руху.

Залежно від категорій вулиць виділяють перехрестя, утворені перетином: автомобільних доріг між собою, автомобільних доріг і житлових вулиць; житлові вулиці між собою.

Найбільш типові перехрестя прямокутні, симетричні, асиметричні, П- і Т-подібні (рис. 2.1).

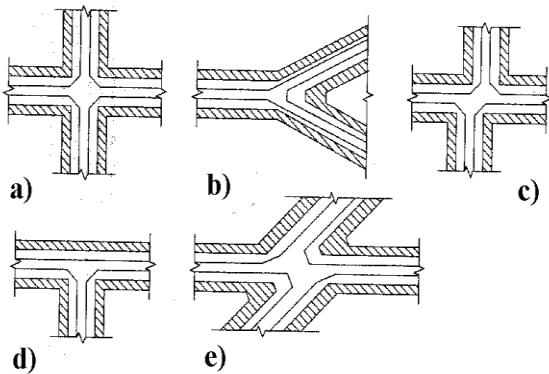


Рис. 2.1 - Типи перехресть:

- а) звичайне;
- б) У-подібне;
- в) зміщене;
- с) Т- подібне;
- д) косокутне.

Проїжджу частину розширюють переміщенням бордюрного каменю на ширину 2,0-2,5 м у напрямку забудови, на відстані 40-50 м за межі перехрестя (рис. 2.2).

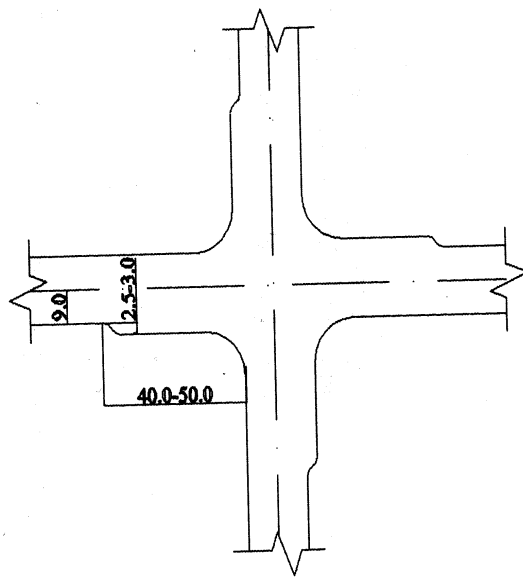


Рис. 2.2 – Розширення проїзної частини на перехресті.

Розширення перехресть може здійснюватися за рахунок зміни червоних ліній забудови, а також за рахунок використання резервних смуг. При проектуванні перехрестя необхідно враховувати інтенсивність і напрямки руху пішоходів.

На підході до перехрестя дерева та інші зелені насадження, інженерне обладнання та тимчасові споруди не повинні створювати візуальних перешкод для всіх учасників пішохідного руху.

Велосипедні та трамвайні колії на окремому полотні на підході до перехрестя повинні проходити до рівня загальної проїжджої частини.

2.4. Облаштування перехресть у різних рівнях

Перехрестя міських вулиць і доріг у різних рівнях (які можуть бути представлені шляхопроводами, мостами або естакадами) дозволяють значно зменшити гостроту таких проблем, як:

- недостатня пропускна здатність перехрестя – перехрестя в кілька рівнів дозволяють розподілити транспортні потоки на різні рівні, що значно збільшує пропускну здатність. Наприклад, один потік може рухатися на верхньому рівні, а інший – на нижньому, без перехрещення, що зменшує затори та затримки.

- надмірна витрата часу – зменшення часу на проїзд перехрестя, оскільки не потрібно зупинятися для пропуску транспорту, що рухається в іншому напрямку. Відсутність світлофорів і знаків на таких перехрестях значно зменшує затримки для водіїв.

- низька безпека руху – перехрестя в різних рівнях мінімізують можливість аварій, оскільки транспортні потоки на таких перехрестях не перетинаються, і зменшується ймовірність зіткнень між транспортними засобами, а також між пішоходами та автомобілями.

Використання перехрестя в кілька рівнів дозволяє значно покращити ефективність і безпеку дорожнього руху, особливо в умовах інтенсивного руху та високої урбанізації, де одноуровневі перехрестя можуть бути переповнені і не справлятися з потоком транспорту.

Вартість перехресть на різних рівнях дійсно є значною, оскільки потребує великих інвестицій для будівництва, землевідведення, а також організації

необхідної інфраструктури. Основні фактори, що визначають витрати на будівництво таких перехрестів, включають:

1. Будівництво основного транспортного об'єкта (наприклад, тунелів або шляхопроводів) — це основна частина витрат. Вартість залежить від типу споруди (мосту, естакади, тунелю), складності будівельних робіт, необхідності зміни існуючих інженерних мереж, а також від технічних вимог до конструкцій (наприклад, висоти мостів для проїзду великих вантажів).

2. Земельні ділянки та територіальне планування — для розміщення таких великих споруд в міських умовах потрібно відвести великі земельні ділянки, що вимагає додаткових витрат на їх придбання та вирішення питання з переселенням або переїздом комунікацій. Земельні ділянки у містах часто мають високу вартість, що ще більше збільшує загальні витрати.

3. Будівництво виїздів та під'їзних шляхів — на таких розв'язках зазвичай потрібно будувати додаткові під'їзди та виїзди для забезпечення безперешкодного руху з усіх напрямків. Це вимагає витрат на розширення доріг, створення нових шляхопроводів, будівництво з'їздів і заїздів.

4. Економічна доцільність — економічна вигода від побудови транспортної розв'язки оцінюється шляхом порівняння витрат на її будівництво з економією, яку дає зменшення затримок в русі (завдяки уникненню заторів і значному скороченню часу в дорозі) і зниження кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Коли транспортне навантаження на перехрестя дуже високе, будівництво перехрестя в кілька рівнів може стати економічно виправданим, оскільки зменшення витрат на затримки та аварії може перевищити витрати на спорудження таких об'єктів.

Таким чином, при плануванні транспортної розв'язки на різних рівнях важливо враховувати не лише прямі витрати на будівництво, а й довгострокову економічну вигоду, яку дасть зменшення заторів і аварій, а також покращення загальної ефективності та безпеки дорожнього руху.

Перехрестя класифікують за повнотою вирішення зворотних потоків: за кількістю рівнів перехрестя та схемою організації лівоповоротного руху.

За повнотою розв'язання потоків зворотні перетини бувають повними і неповними. Повними називають ті, на яких немає конфліктних місць, кожен з транспортних потоків повертає на окремий з'їзд. За відсутності хоча б одного з лівих поворотів перехрестя є незавершеним і містить потенційно небезпечні місця (рис. 2.3).

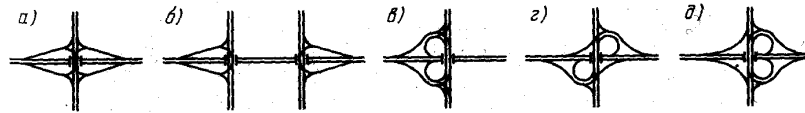


Рис. 2.3 - Неповні перехрещення в різних рівнях:
а, б – ромб; в – неповний «лист конюшини»;
г, д – поліпшений «лист конюшини».

За кількістю рівнів перехрестя поділяються на розв'язки в двох, трьох і чотирьох рівнях. Найбільш поширені дворівневі рішення. Трирівнева транспортна розв'язка в 2,5-3,0 рази дорожча дворівневої.

Відповідно до схеми організації лівоповоротного руху перехрестя в різних рівнях поділяються на розв'язки з петлевими лівоповоротними з'їздами типу «лист конюшини»; напівпрямий і прямий лівоповоротні з'їзди; вузли складного поділу, які можуть мати більше трьох рівнів (рис. 2.4-2.7).

Неповні перехрестя найчастіше зустрічалися на магістралях і в містах. З повних перетинів найбільш поширені розв'язки типу «лист конюшини».

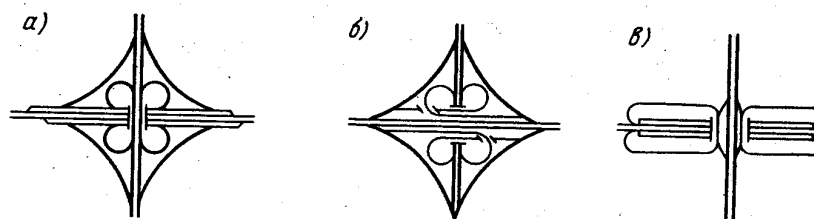


Рис. 2.4 - Повні перехрещення в різних рівнях:

а – «лист конюшини»; б – те ж, з перехідно-швидкісними смугами, в – обтиснутий «лист конюшини»

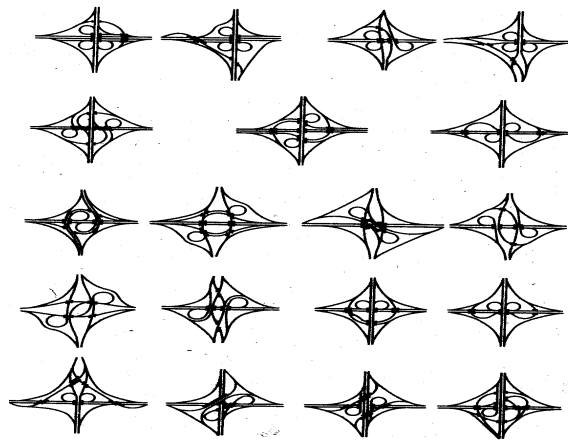


Рис. 2.5. Повні перехрещення в різних рівнях з напівпрямими або прямими лівоповоротними з'їздами

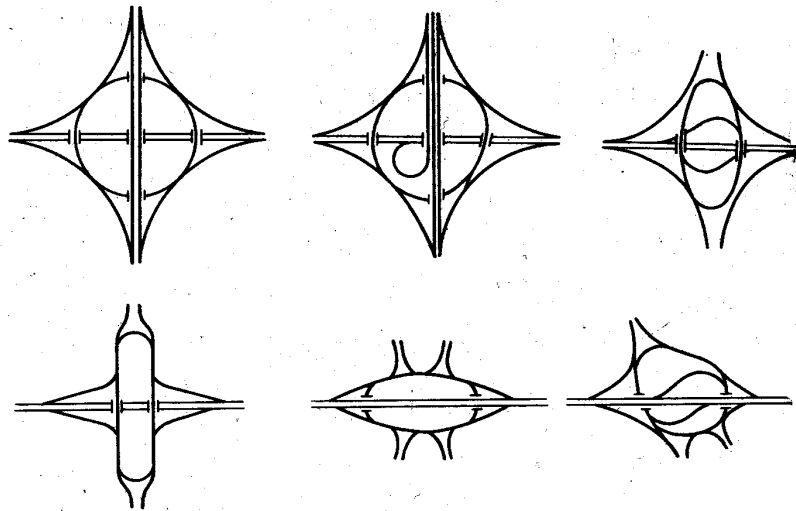


Рис. 2.6. Транспортні розв'язки з розподільними кільцями

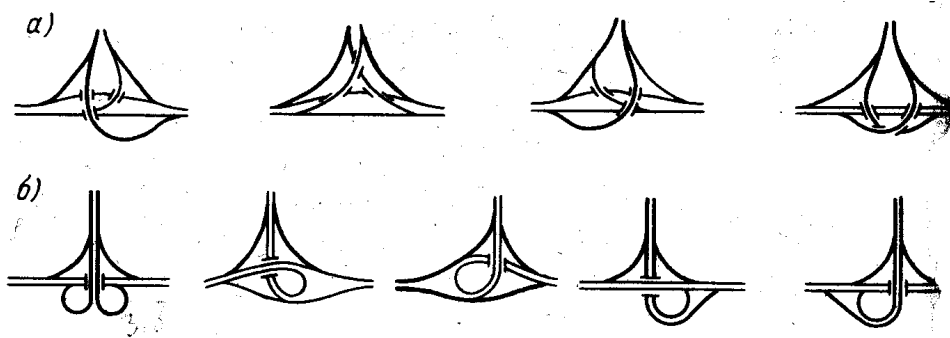


Рис. 2.7 - Повні примикання:

а – з прямими лівоповоротними з'їздами; б – типу «труба»

2.5. Організація стоянок легкових автомобілів

Серед проблем, пов'язаних з автомобілізацією, найгострішою є проблема забезпечення автостоянками біля адміністративних, громадських та промислових будівель. Зберігання автомобіля в житлових приміщеннях також є дуже актуальним питанням. При рівні автомобілізації 150-250 автомобілів на 1000 жителів загальна площа паркування перевищує загальну площу вулиць і доріг міста.

Найбільш складною ця проблема є в містах із забудованою забудовою. Світовий досвід автомобілізації свідчить, що проблему можна вирішити лише за рахунок території міста, використовуючи резерви, визначені червоними лініями вулиць, або створюючи спеціальні позавуличні паркінги.

Місця, відведені для зберігання автомобілів, поділяються на декілька типів за способами збереження та тривалістю їх перебування.

Стоянки для постійного зберігання автомобілів біля житлових будинків, у мікрорайонах, на міжрайонних територіях. Тривалість зберігання перевищує добу.

Довгострокові стоянки біля підприємств, установ і комплексів міста призначені для стоянки автомобілів, що належать робітникам, службовцям і відвідувачам, тривалість стоянки більше восьми годин.

Стоянки із середньою тривалістю зберігання поблизу будівель і споруд, які періодично скупчують великі маси людей (стадіони, театри, кіноконцертні зали, ресторани, великі торгові центри) передбачають розміщення автомобілів протягом 2-4 год.

Стоянки, призначені для короткочасної стоянки автомобілів біля вокзалів, магазинів, ринків, спортивних споруд, передбачають зберігання автомобілів близько двох годин.

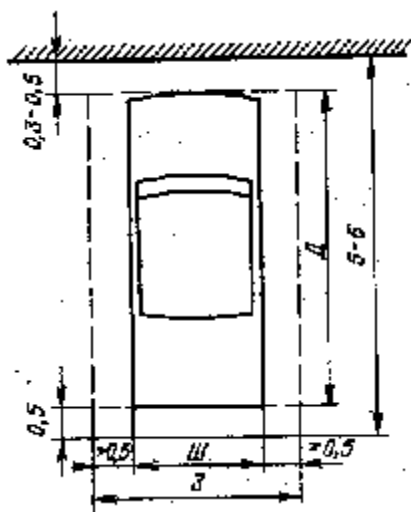
Останні два типи парковок мають бути загального користування.

Автостоянки – це спеціально обладнані території на території міста. Як правило, ці майданчики розташовані за межами вуличної мережі. Однак повністю вирішити проблему утримання автомобілів тільки за рахунок таких

парковок не вдається, оскільки для цього потрібні занадто великі площі. Тому, як правило, для розміщення автомобілів використовується місцева вулично-дорожня мережа. У центральній частині міста такі вулиці стають непридатними для забезпечення руху кількома смугами і часто виникають затори або рух лише по одній смузі.

Планувальні характеристики автостоянок (розміри майданчика, ширина проїздів, радіуси поворотів, площі для маневрування) визначаються схемою розміщення автомобілів. Розмір стоянки залежить від типу автомобілів. Розміщення одного автомобіля також має забезпечувати вільне пересування навколо нього. Для цього ширина одного місця повинна бути на 0,5 м більше відповідних габаритів автомобіля, у цьому випадку відстань між вагонами 1,0 м (рис. 2.9).

В інших країнах нормами проектування передбачені спеціальні смуги для паркування автомобілів. Ширина цих смуг менше, ніж для руху, і в залежності від типу автомобілів становить 2,5-3,0 м.



Розміри планувальних елементів позавуличних автостоянок також залежать від розташування автомобілів і можуть коливатися в досить широкому діапазоні (табл. 2.3). Характеристиками автостоянок можуть бути кількість автомобілів на 100 м смуги паркування або загальна площа машиномісця.

Рис. 2.9 - Розміри майданчика для збереження автомобіля, м;

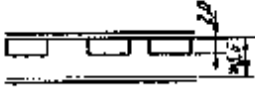
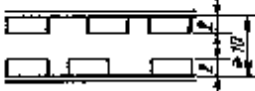
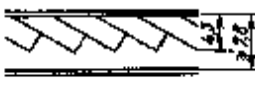
Д і Ш – габаритні довжина і ширина розрахункового автомобіля

Практика експлуатації автостоянок показує, що для короткочасного зберігання автомобілів найбільш доцільним кутом розміщення вважається кут в межах 0-300, для постійного зберігання – 30-900.

Розміщення автостоянки на вулиці залежить від її ширини та інтенсивності руху. На швидкості до 100 км/год. ширина проїзної частини повинна бути більше 6 м. Ширина проїзної частини 6-9 м дозволяє рухатися в одній смузі зі швидкістю

25-30 км/год. При ширині понад 9 м можливий рух у два ряди. Парковки найдоцільніше розміщувати на прибудинкових вулицях та під'їздах до магістральних вулиць. На проїзній частині магістральних вулиць такі стоянки зменшують пропускну здатність і значно підвищують небезпеку руху.

Таблиця 2.3. Способи розміщення автомобілів на стоянках

Схема розміщення автомобілів (розміри в м)	Тип стоянки, спосіб розміщення автомобілів	Число автомобілів на 100 м смуги стоянки	Площа на одне машино-місце, м ²
1	2	3	4
	Вуличні стоянки; автомобілі розташовані паралельно тротуару.	18	30.5
	Те ж, по обидві сторони вулиці	36	28.0
	Вуличні й позавуличні стоянки; автомобілі розташовані під кутом 30° до тротуару	21	37.0
	Те ж, по обидві сторони вулиці	42	28.8
	Позавуличні стоянки для постійного збереження автомобілів розташовані під кутом 90° до осі проїзду	45	25.8
	Те ж, по обидві сторони проїзду	90	18.0
	Вуличні стоянки для постійного зберігання; автомобілів під кутом 90° до проїзду із заїздом на тротуар	45	12-15 на проїзній частині й 10-14 на тротуарі

Принцип розміщення позавуличних автостоянок залежить від щільності забудови міста, розвитку громадського пасажирського транспорту, розташування та пропускнуєї спроможності місць відвідування та місць праці.

РОЗДІЛ 3. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ГІС-КАРТОГРАФУВАННЯ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ МІСТА ЧЕРНІВЦІ

3.1. Загальна характеристика території дослідження

Перед тим як приступити до геоінформаційного картографування шляхів сполучення, необхідно детально вивчити сучасний стан досліджуваного об'єкта, а також врахувати його фізико-географічні та соціально-економічні чинники формування. Це дозволяє отримати точну та актуальну інформацію, що є основою для створення якісного картографічного матеріалу.

Ось основні кроки, які слід виконати:

1) оцінка наявних змін у межах території (нові забудови, зміни в ландшафті, інфраструктурні проекти). Огляд поточних умов користування землею (сільськогосподарське використання, промислові об'єкти, природоохоронні зони).

2) аналіз рельєфу (горби, долини, рівнини), гідрографічної мережі (річки, озера), ґрунтів, рослинності. Визначення кліматичних умов, що впливають на ландшафт і його використання.

3) врахування демографічної ситуації, особливостей населення, рівня урбанізації. Оцінка інфраструктурного розвитку (дороги, мости, електромережі, соціальні об'єкти). Дослідження економічної діяльності в регіоні (сільське господарство, промисловість, туризм).

4) порівняння з попередніми версіями карт, щоб виявити зміни та динаміку розвитку території.

Таке комплексне дослідження дозволить створити точну та сучасну карту, яка максимально відображатиме реальний стан території.

Чернівці – це місто на заході України, адміністративний центр Чернівецької області. Розташоване на річці Прут, місто є важливим культурним, освітнім і економічним центром регіону. Його часто називають "перлиною Буковини", оскільки воно є столицею історичної області Буковина.

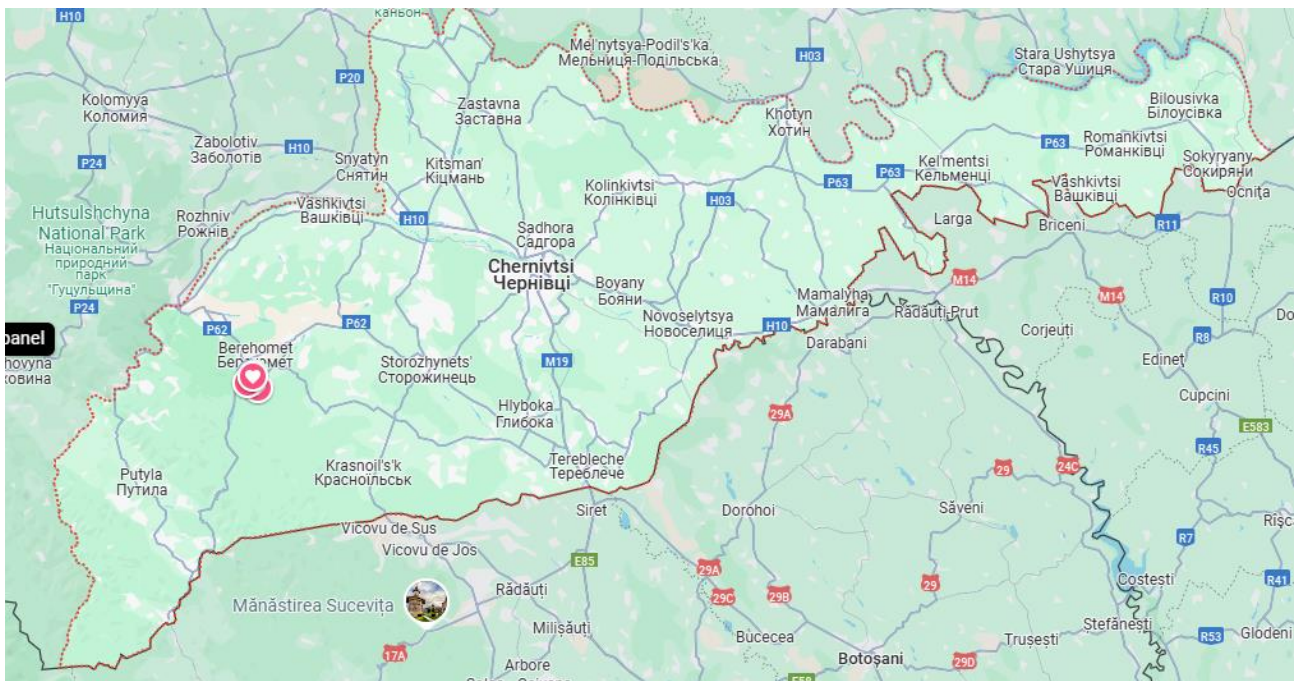


Рис. 3.1. Положення м. Чернівці на карті області

Чернівці відомі своєю багатою історією та архітектурою, що поєднує різні стилі: від австро-угорської до румунської та радянської. Однією з найвідоміших пам'яток є Резиденція митрополитів Буковини і Далмації, яка зараз є частиною Чернівецького національного університету і внесена до списку Світової спадщини ЮНЕСКО.

Місто відоме своєю багатонаціональною культурою та історичним спадком, що поєднує українські, румунські, польські, єврейські та німецькі традиції. Тут проводяться різноманітні культурні заходи, фестивалі та концерти, що робить Чернівці привабливими для туристів.

Чернівці також є важливим освітнім центром України, завдяки численним навчальним закладам, серед яких найбільш відомий Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича.

Фізико-географічні умови Чернівців створюють унікальний природний ландшафт, який поєднує річкові долини, пагорби, зелені насадження та багату історичну спадщину. Ці умови значно впливають на розвиток міста, його економічний потенціал, а також на туристичну привабливість.

Чернівці розташовані на південному заході України, на межі Українських Карпат і Східноєвропейської рівнини, у межах історичної області Буковина.

Воно розташоване на обох берегах річки Прут, яка протікає через центральну частину Чернівців і впливає на його розвиток.

Чернівці розташовані на плато, яке поступово спускається до долини річки Прут. Рельєф міста переважно хвилястий, з пагорбами та долинами, що створює мальовничі краєвиди. Висота над рівнем моря коливається від 200 до 300 метрів, з найбільшою висотою на північному заході міста.



Рис. 3.2. Фізична карта області

Територія Чернівців сформована на основі осадових порід, зокрема вапняків, пісковиків і глин, що обумовлює наявність зсувів та ерозійних процесів у деяких районах.

Важливим елементом є річкова тераса Прута, що складається з алювіальних відкладень.

Клімат Чернівців – помірно континентальний. Літо тепле, середня температура в липні становить $+19...+22^{\circ}\text{C}$.

Зими м'які, з середньою температурою в січні $-3...-6^{\circ}\text{C}$.

Річна кількість опадів становить близько 650-700 мм, найбільше опадів випадає влітку, що обумовлено переважанням дощів.

Основна водна артерія міста – річка Прут, яка є лівою притокою Дунаю. Річка відіграє важливу роль у формуванні ландшафту міста та забезпеченні водними ресурсами.

Прут має досить швидку течію, особливо в період весняного танення снігу в Карпатах, що може призводити до паводків.

В межах міста є також невеликі струмки та водні канали.

Ґрунти в Чернівцях переважно чорноземні та буроземні, що сприяє розвитку сільського господарства на околицях міста.

У долинах річок зустрічаються також алювіальні ґрунти, родючі й придатні для вирощування різноманітних культур.

Природна *рослинність* Чернівців включає ліси з дуба, граба, бука та ясена, які ростуть на пагорбах та у передмісті.

В межах міста збереглося чимало парків та зелених зон, що сприяє створенню комфортних умов для мешканців і збереженню біорізноманіття.

Флора міста представлена як природними, так і культурними видами рослин. Особливе місце займають липи, каштани, клени, які часто зустрічаються в парках і алеях. *Фауна* регіону досить різноманітна: серед типових видів тварин можна зустріти лисиць, зайців, дрібних гризунів і різноманітних птахів.

Соціально-економічна характеристика міста Чернівці відображає його роль як важливого культурного, освітнього та економічного центру в західній Україні. Чернівці є динамічним містом з багатим історичним минулим, активним культурним життям і розвиненою інфраструктурою. Соціально-економічні умови створюють сприятливий клімат для розвитку малого бізнесу, освіти, науки та туризму, що робить місто привабливим як для мешканців, так і для відвідувачів.

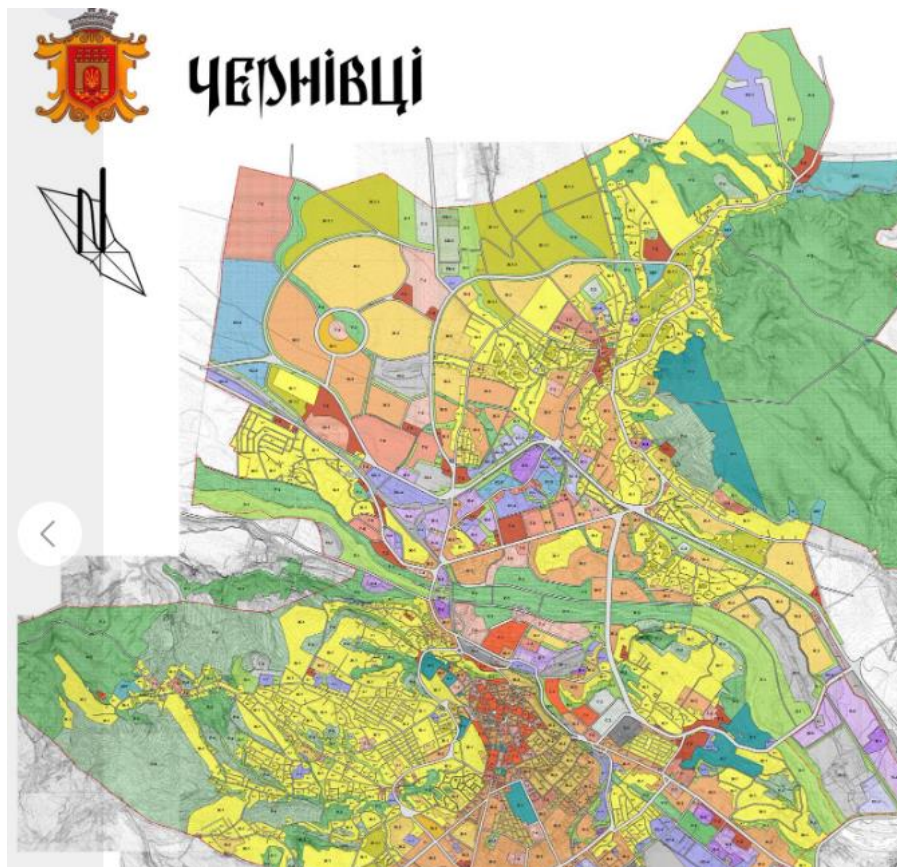


Рис. 3.3. Карта міста Чернівці

Чернівці мають *населення* близько 260 тисяч осіб (станом на 2023 рік), що робить місто найбільшим населеним пунктом Чернівецької області.

Місто характеризується багатонаціональністю. Тут проживають українці, румуни, молдавани, росіяни, євреї та представники інших національностей, що створює культурне та етнічне розмаїття.

Чернівці мають відносно високий рівень урбанізації, і велика частка населення зайнята в сфері послуг, освіти та торгівлі.

Основні галузі економіки Чернівців – торгівля, будівництво, транспорт, освіта та туризм.

Сфера послуг займає провідне місце в економіці міста, зокрема розвинена мережа закладів громадського харчування, готелів, магазинів, салонів краси.

Промисловість міста орієнтована на легку промисловість, зокрема виробництво одягу, взуття, меблів, харчову промисловість, а також машинобудування.

У місті функціонує Чернівецький промисловий парк, де зосереджені підприємства, що спеціалізуються на високотехнологічних виробництвах.

Значний внесок в економіку Чернівців здійснює малий і середній бізнес, який активно розвивається завдяки підтримці підприємницької діяльності.

Транспортна інфраструктура добре розвинена. Чернівці є важливим транспортним вузлом, маючи зв'язок з іншими регіонами України, а також з Румунією та Молдовою.

У місті є залізничний вокзал, аеропорт (який приймає внутрішні та міжнародні рейси) і розгалужена мережа автобусних маршрутів та тролейбусів.

Дорожня мережа Чернівців потребує оновлення, але в останні роки проводяться роботи з реконструкції важливих магістралей та вулиць.

Місто має розвинену соціальну інфраструктуру, включаючи заклади охорони здоров'я, школи, дитячі садки, культурні та спортивні установи.

Чернівці є одним із провідних *освітніх центрів* України завдяки наявності Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, який є одним з найстаріших університетів країни.

В місті діють також інші вищі навчальні заклади, коледжі, ліцеї, що забезпечують високий рівень освіти та наукових досліджень.

Велика частина студентів приїжджає до Чернівців з інших регіонів України, що впливає на соціально-економічний розвиток міста, створюючи попит на житло, послуги та товари.

Чернівці мають багате *культурне життя* завдяки численним театрам, музеям, галереям, бібліотекам, а також фестивалям, які проводяться в місті.

Знаковими культурними об'єктами є Чернівецький драматичний театр, Резиденція митрополитів Буковини і Далмації, Центральна площа, та численні історичні будівлі, які приваблюють туристів.

Туризм є важливою складовою економіки, зокрема завдяки архітектурним пам'яткам, історичним районам та культурним заходам. Місто відвідують як внутрішні, так і іноземні туристи.

В Чернівцях проводяться такі популярні фестивалі, як "Меридіан Черновіц" (літературний фестиваль), "Маланка-фест" (святкування українських традицій).

У місті є достатньо розвинена *мережа закладів охорони здоров'я*, серед яких лікарні, поліклініки, медичні центри.

Рівень життя в Чернівцях дещо нижчий, ніж у великих містах України, але наявність освітніх та культурних закладів робить місто привабливим для молоді.

Соціальні програми спрямовані на підтримку малозабезпечених верств населення, ветеранів, пенсіонерів.

Екологічний стан у Чернівцях порівняно сприятливий завдяки наявності зелених зон, парків та низькому рівню важкої промисловості.

Проте проблеми існують у сфері утилізації відходів, забруднення атмосферного повітря через автомобільний транспорт та інші міські джерела забруднення.

Влада міста активно працює над покращенням екологічної ситуації, зокрема реалізуючи проекти з озеленення та розвитку системи роздільного збору сміття.

Для більш ефективної реалізації цих заходів, на офіційному сайті Чернівецької міської ради запрацював геопортал м. Чернівці (рис. 3.4)

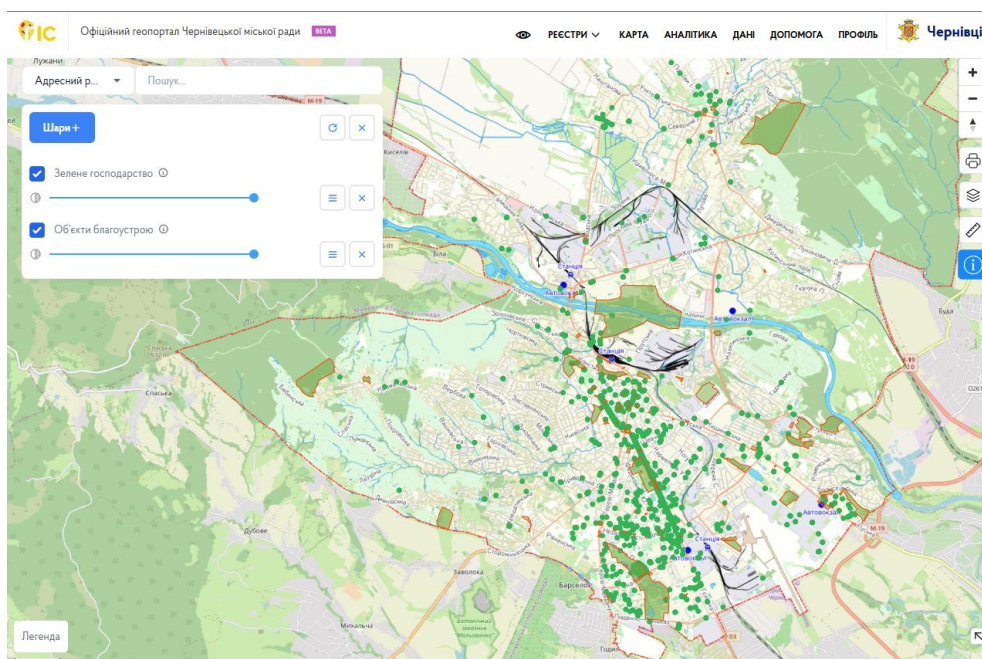


Рис. 3.4. Геопортал м. Чернівці

3.2. Початковий етап ГІС-картографування

Початковий етап ГІС-картографування включає кілька важливих кроків. Це етап, коли закладаються основи для створення якісної ГІС-карти, і правильна підготовка на цьому етапі є критично важливою для подальшої роботи.

Збір даних та їх завантаження.

Розглянемо той набір вихідних геоданих й інших інформаційних ресурсів необхідних для розроблення карт м. Чернівці. Джерела які використовувались в кваліфікаційній роботі поділялися на текстові, графічні та картографічні. Дані збиралися з польових досліджень, супутникових знімків, аерофотозйомки, топографічних карт та інших джерел (державні бази даних, відкриті джерела тощо).

На цьому ж етапі ми перевіряли точність даних, їх повноту та актуальність, оцифровували дані (якщо дані надходять у паперовій формі). А також перетворювали дані у потрібний формат, зокрема векторні (точки, лінії, полігони) або растрові (зображення) формати.

Основними ресурсами розробки, проектування й складання карт шляхів сполучення м. Чернівці є матеріали геопорталів адміністративно-територіального устрою України, ДГМ, департаменту містобудування м. Чернівці, Державної статистичної звітності, базові карти ArcGIS та інші цифрові ресурси.

Геопортал адміністративно-територіального устрою (АТУ) України ми використовували для отримання векторних матеріалів меж міста та його районів. Цей портал використовувався, зокрема із отриманням контурів у векторному форматі.

Базові карти ArcGIS використовуються в якості растрової основи та відображає ситуацію на місцевості.

Геопортал Державного земельного кадастру дозволив отримати растровий набір даних поділу міста на економіко-планувальні зони, квартали та масиви.

До групи текстових джерел інформації належать: дані Головного управління Держгеокадастру міста Чернівці, дані Державної статистичної звітності по місту, дані Порталу територіальної громади, інструкції зі складання карт, теоретично-методологічні матеріали й різноманітна додаткова інформація про м.Чернівці.

Настанови, щодо складання карт є вказівками та методичними рекомендаціями із принципами роботи в програмному середовищі ArcMap, ArcGIS Pro та ArcGIS Online. Насамперед, вони будуть корисними у процесі визначення подальших прийомів візуалізації й оформлення картографічних матеріалів.

Методологічні та теоретичні матеріали є базисом усіх етапів складання карти. Їх застосування є важливим у процесі складання картматеріалу, а також при виборі прийомів зображення явищ, процесів та об'єктів.

В процесі проектування майбутньої цифрової карти дорожнього змісту на м. Чернівці, або будь який інший населений пункт, необхідно притримуватись рекомендацій та інструкцій щодо підготовки у першу чергу топографічного матеріалу. При цьому варто пам'ятати, що карта за загальним призначенням належить до науково-довідкових матеріалів та спрямований відобразити основні геопросторові показники і ситуацію місцевості, зокрема мережу шляхів сполучення

Цілісність карт забезпечуватимуться наявністю математичної основи та самого картографічного зображення. Математичну основу карттворю представляють проєкція та масштаб мапи. За визначенням М. Берлянта: *«масштаб карти* – ступінь зменшення об'єктів на карті щодо їх розмірів на земній поверхні; картографічна проєкція – це математично визначене відображення поверхні еліпсоїда або кулі на площину карти» [4].

У зв'язку із тим, що карта в першу чергу проектується як інтерактивна, масштаб змінним відповідно до того як захоче користувач. Окрім того, ми плануємо експортувати готову карту у необхідний растровий формат для друку

й задамо необхідний масштаб, який буде коливатися у межах 1:25 000, що виходить із розмірів аркуша А3 формату.

Усі карти ми рекомендуємо складати у проєкції Mercator Auxiliary Sphere у міжнародній системі координат WGS84 із географічною зоною №35 у якій знаходиться об'єкт картографування.

В якості растрової основи ми використовували базову топографічну карту та космічні зображення Imagery які інтегровані в ArcGIS (рис. 3.5). Картографічне зображення об'єкта (явища) картографування, тобто шляхів сполучення – це основна частина майбутньої карти. Проте, на ній як відомо, має зображуватися межі міста, його районів, ключові об'єкти. Знакові об'єкти міста прийнято відображати пунсонами.

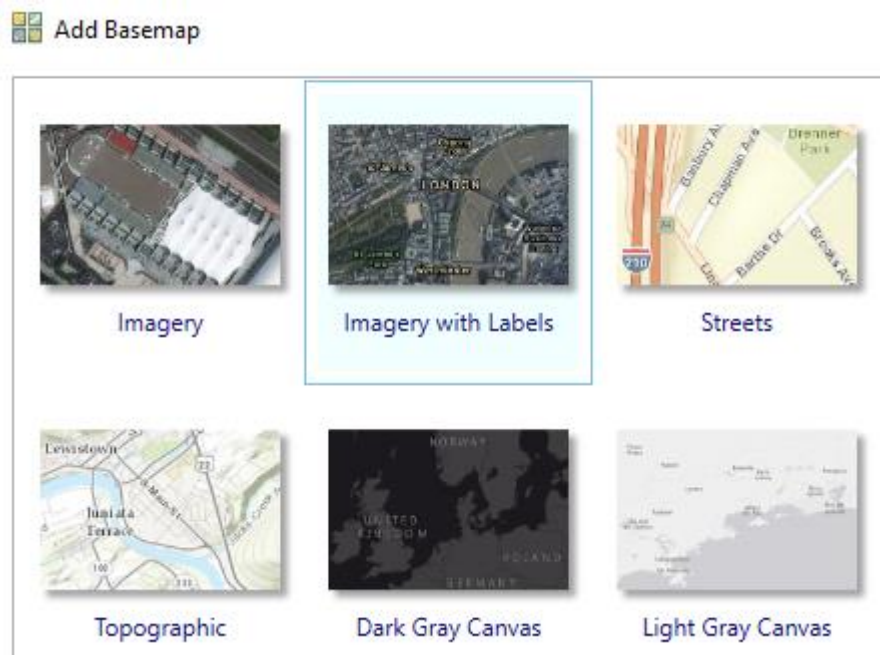


Рис. 3.5. Базова растрова основа

Також за основу брали схему залізниць регіону, яка дозволила виділити основні гілки, а також уточнити назви станцій призначення (рис. 3.6)

Карти вулично-дорожньої мережі не потрібно обмежувати рамками, тобто компонування здійснюється на основі ГІС-застосунків, усі необхідні дані, таблиці, графіки, ілюстрації й діаграми можна налаштувати як виринаюче вікно.

ГІС-карта шляхів сполучення міста Чернівці є тематичним твором із простою структурою. Зважаючи на відсутність чітких реєстрів й відсутність відкритої зведеної по вулицях інформації, до прикладу було створено карти на

різних рівнях генералізації та територіальних рівнях. Так генералізовану інформацію ми формували на увесь населений пункт, а більш детальну виконували на його південну частину обмеженої вулицями Головна, Південна-кільцева, Героїв Майдану та Скальда.

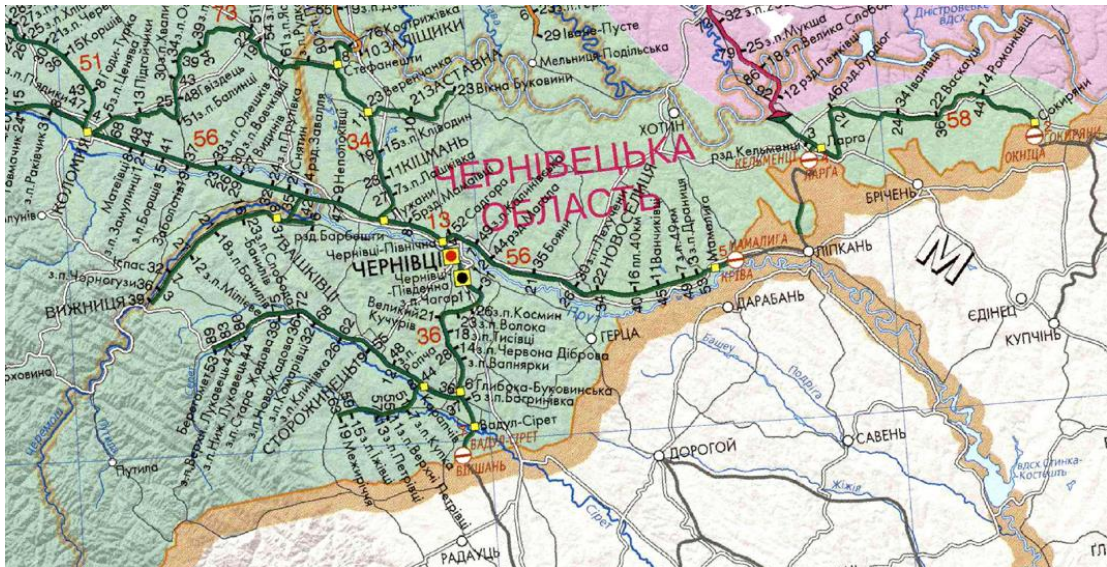


Рис. 3.6. Схема залізниць Чернівецької області

Вахливим було також отримати відомості про номенклатуру автомобільних доріг, цю задачу ми вирішили шляхом залучення схеми автошляхів області (рис. 3.7)



Рис. 3.7. Схеми автошляхів Чернівецької області

Загалом, для прикладу, карта буде містити елементи із різним набором векторних шарів (рис. 3.7).

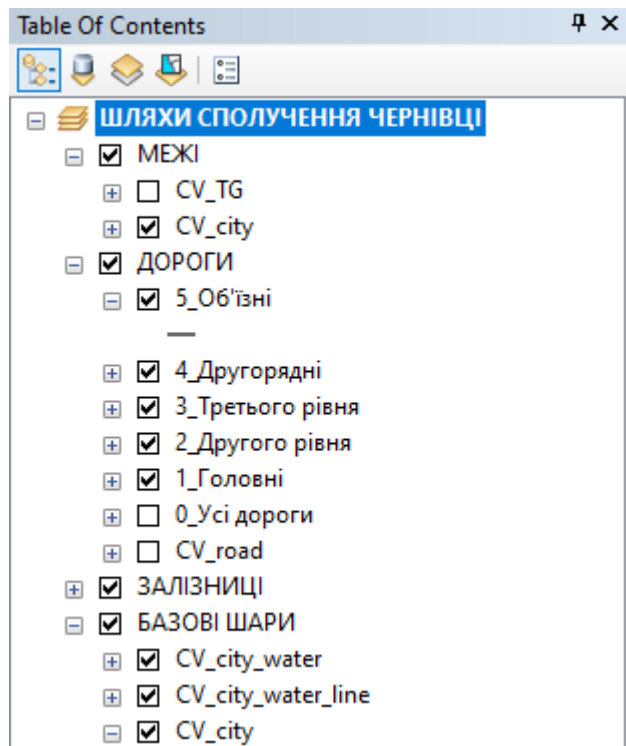


Рис. 3.7. Структура векторних наборів даних по предмету дослідження

Подальші задачі полягали у векторизації геопросторових даних, які розглянуті у наступних параграфах кваліфікаційної роботи.

3.3. Формування базових шарів на територію міста Чернівці

Об'єктом картографування виступає м. Чернівці, яка входить до складу однойменної територіальної громади, тому проаналізувавши теперішній стан реалізації адміністративно-територіальної реформи, нами було розпочато формування зовнішніх меж цих двох одиниць. Вихідними даними, на додачу до вищезазначених, слугувала найточніший растр цього спрямування – Публічна кадастрова карта, зокрема полегшений її варіант – Kadastr Live, її ми завантажили її у середовище Arc GIS Pro, на цьому ж етапі ми відмовились працювати у ArcGIS 10.8, тут же було використано функцію сервісу WMS. Для оцінки точності інформації із цього сервісу, ми також завантажили додаткові картматеріали – космічні знімки «Imagery». Так у деяких випадках можна порівняти адміністративні межі утворення із географічними елементами, як природнього (лісосмуги, ліси, поля) так і антропогенного характеру (дороги).

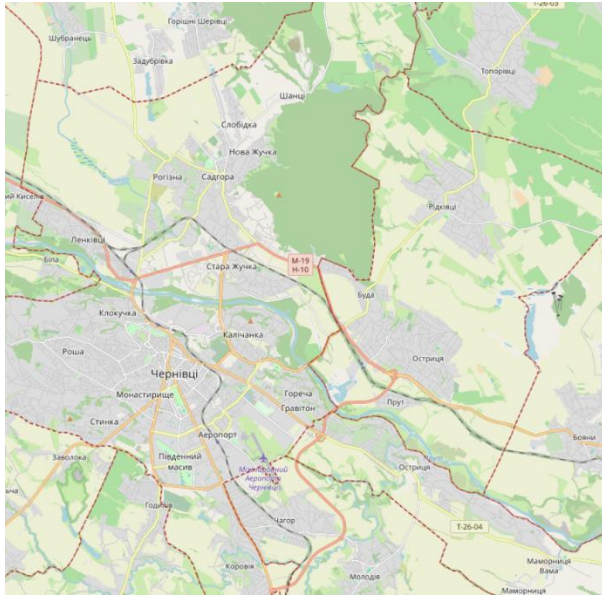


Рис. 3.8. Зображення меж міста на наділів у «kadastr.live»

За цими джерелами ми сформували шар із уточненими межами Чернівецької громади та міста (рис. 3.9)

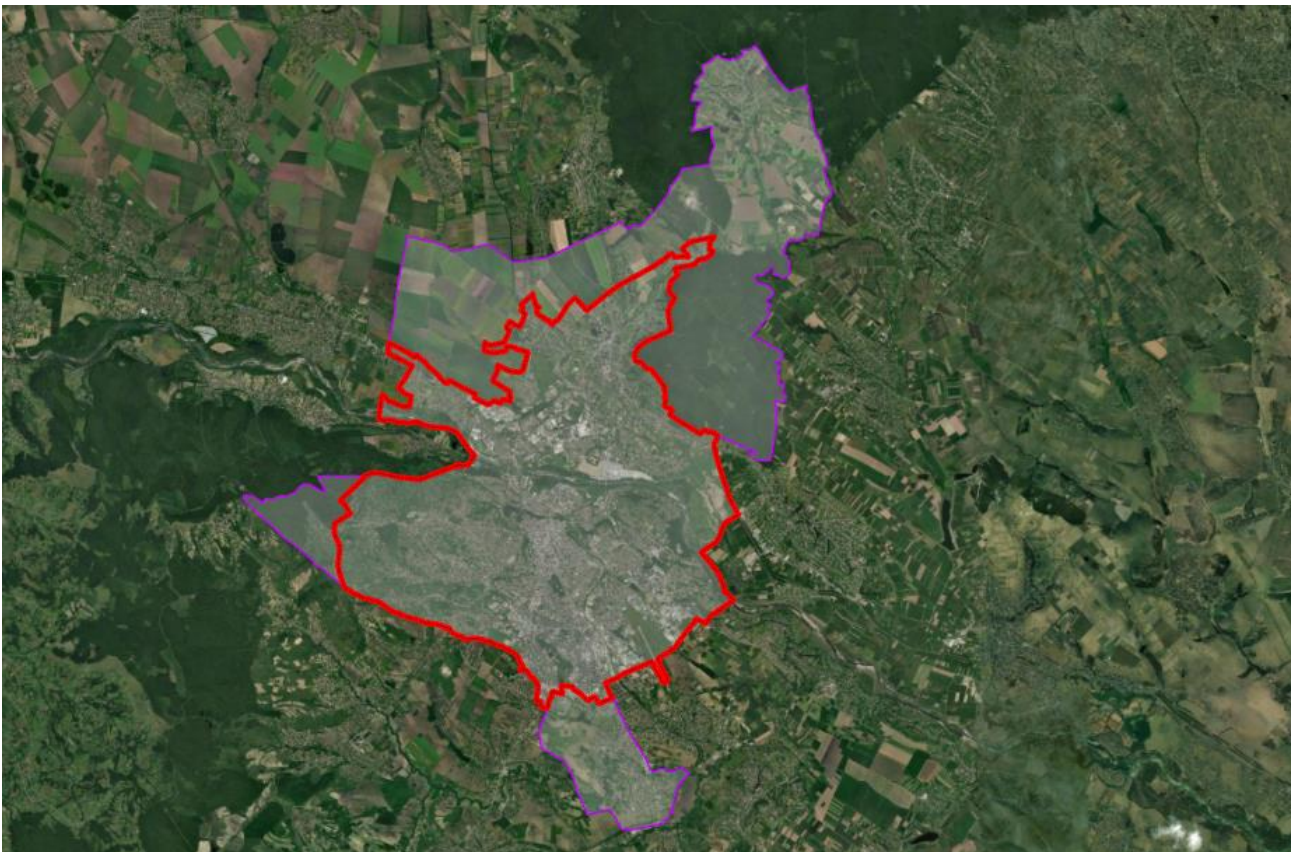


Рис. 3.9. Сформовані межі Чернівецької ТГ та м. Чернівці

Як вже зазначалося основою картографування мають слугувати базові шари, які дозволять не тільки прив'язати отримані результати до ландшафтів, але й покращити остаточне сприйняття, не залежно від тематики картографування.

Провідне місце, на цьому етапі картографування займали природні контури, так як межі громад та сільських рад переважно проходять по них. Для цих цілей, за допомогою стандартного провідника ArcGIS Pro “Arc Catalog”, були сформовані лише шари із основними водотами (Прут та її притоки) та найбільшими водоймами.

Із цією метою було творено 2 типи векторних шарів – полігональний (р. Прут, ставки та озера) та лінійний (притоки, струмки та канали)

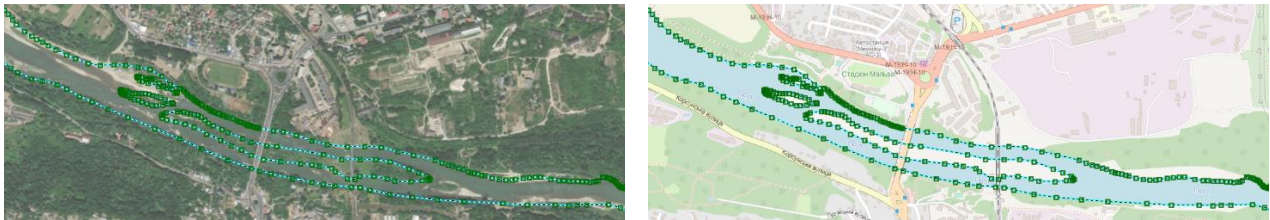


Рис. 3.10. Векторизація водних об'єктів



Рис. 3.11. Векторизовані водні об'єкти м. Чернівці

Нам стало зрозуміло, що не обійтися без топографічних картографічних даних, для цього ми прив'язали аркуші топокарт М 1:100 000 (М-35-124, М-35-125, М-35-136, М-35-137), 1:50 000 (М-35-136-Б) (рис. 3.12) та 1:10 000 (М-136-Б-б) (рис. 3.13)

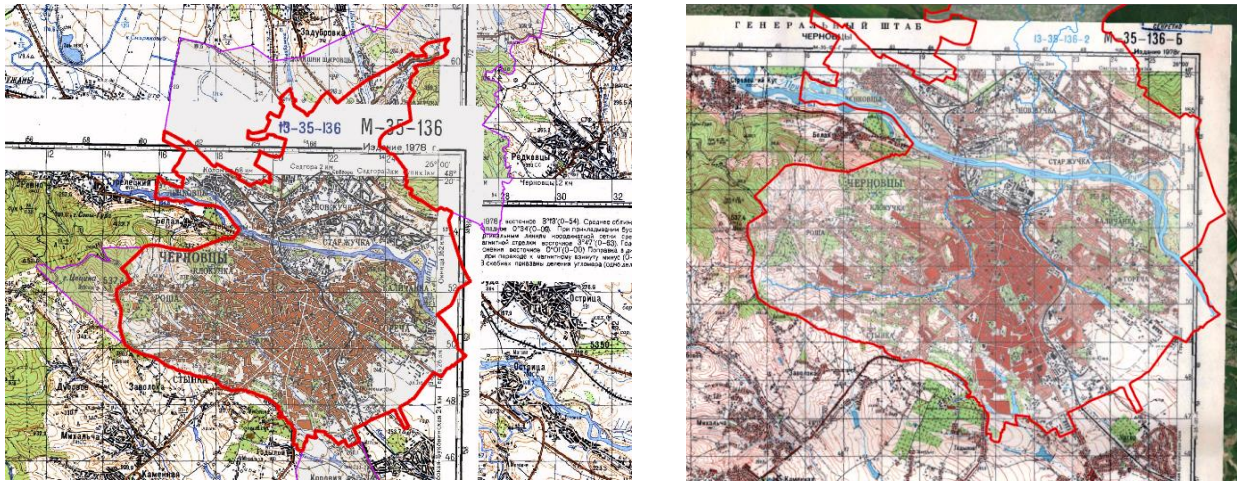


Рис. 3.12. Прив'язані топокарти М 1:1000 та 1:50 000

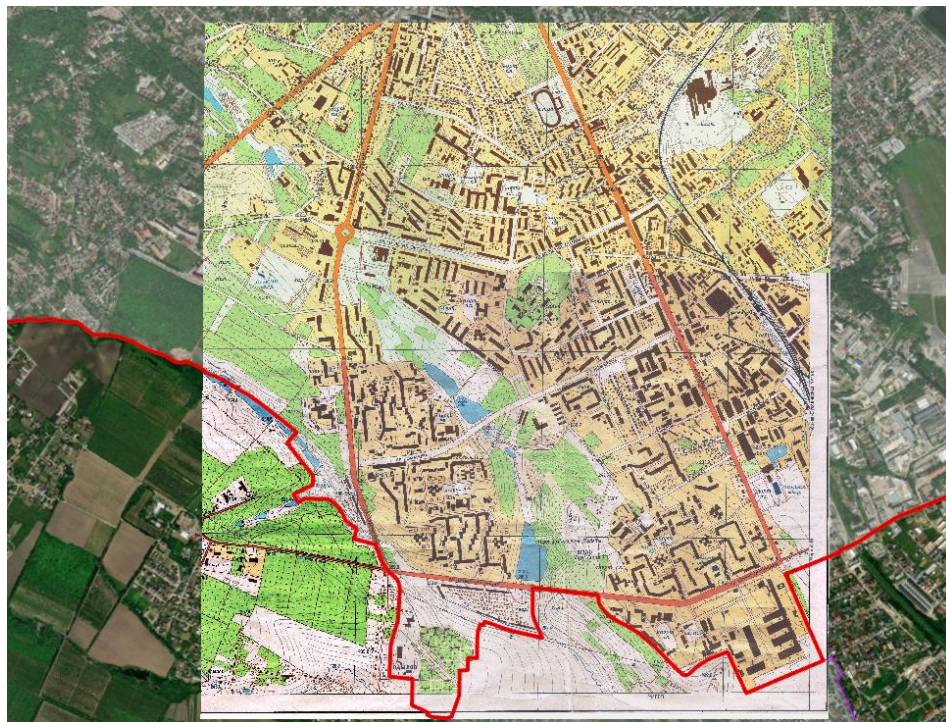


Рис. 3.13. Прив'язаний фрагмент топокарти М 1:10 000

При векторизації водних об'єктів ми вносили частково інформації про них, використовуючи вбудовану таблицю атрибутів.

3.4. Формування тематичних шарів на м. Чернівці

ГІС-картографування шляхів сполучення – це процес створення карт або схем, що відображають різні види транспорту, що з'єднують різні точки, райони чи міста. Цей процес має важливе значення для планування транспортної

інфраструктури, навігації, планування евакуацій, а також для аналізу ефективності та безпеки транспортних мереж.

Картографування вулиць у ArcGIS – це процес створення та аналізу картографічних даних, що відображають вулиці, дороги та іншу інфраструктуру міських чи сільських територій. Вулиці на таких картах можуть бути представлені як лінії, а також включати додаткові атрибути, такі як номери будинків, типи вулиць, напрямки руху та інші характеристики, що допомагають у плануванні та навігації.

Кроки для картографування вулиць у ArcGIS

1. Підготовка даних

Для створення карт вулиць спершу потрібно мати відповідні дані, які можуть бути: Шейп-файли (Shapefiles), що містять лінії вулиць, які саме ми і будемо створювати. Мережі геоданих (Network datasets), що дозволяють будувати аналізи маршрутів та оптимізації. Растрові карти з відповідними географічними даними, які ми завантажили, розглядаючи цей процес у попередньому параграфі. Якщо дані вже доступні, їх можна імпортувати в ArcGIS, наприклад, через меню Add Data.

2. Інтерпретація даних про вулиці

Для того, щоб дані вулиць відображалися коректно, переконуємось, що атрибути наших шейп-файлів (наприклад, вулиці) мають такі властивості, як: ID вулиці або номер, тип вулиці (наприклад, основна, вторинна, пішохідна тощо), назви вулиць, ширина або інші геометричні характеристики. Всі дані ми будемо додавати вручну або за допомогою алгоритмів, що заповнюють пропуски.

Усі дії ми виконували шляхом камерального дешифрування, яке полягає у виявленні і розпізнанні за зображенням місцевості тих об'єктів, що мають бути показані на майбутній карті, встановлення характеристик і відображенні у вигляді умовних знаків.

Для полегшення цих робіт, ми вирішили виокремити базові елементи місцевості – райони міста, масиви, які знайшли своє відображення на космічному знімку та інших картах (OSM), дотримуючись загальновживаного підходу «від

більших об'єктів до менших». Так враховуючи, що місто має досить складну поселенську та вулично-дорожню мережу, то ми усе виконували у такій послідовності:

1. Віддешифрували залізничні колії, які проходять через місто. Протяжність залізничних шляхів міста Чернівці можна оцінити, виходячи з наявної залізничної інфраструктури, яка охоплює як міські маршрути, так і частини магістральних ліній. Однак, точна цифра може варіювати в залежності від того, як саме визначати межі "міста Чернівці" та враховувати внутрішньоміські шляхи чи околиці.

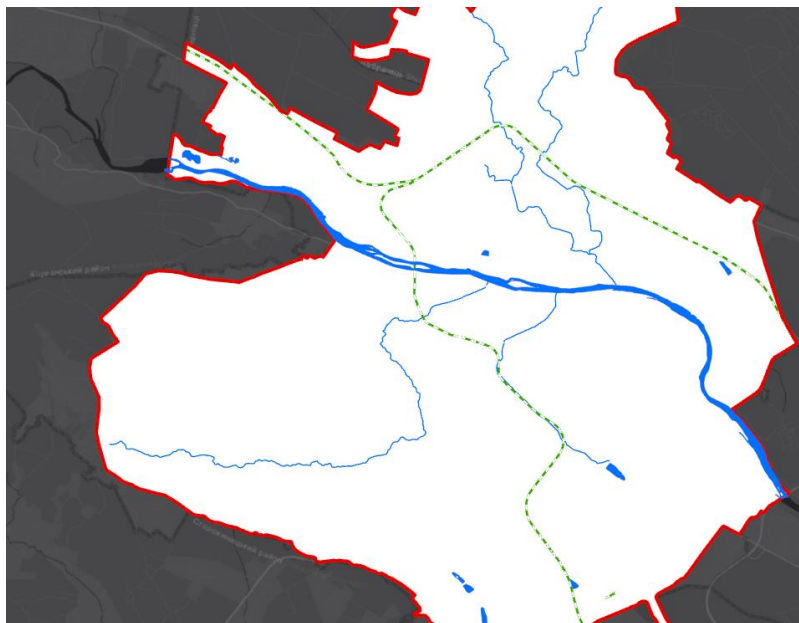


Рис. 3.14. Векторні шари залізничних колій м. Чернівці

На основі карти залізничних шляхів Чернівців можна зазначити, що в межах самого міста знаходяться кілька важливих напрямків і відгалужень, а загальна протяжність залізничних шляхів на території міста за нашими підрахунками оцінюється приблизно в 25 км (рис. 3.15).

Основні залізничні лінії, що проходять через Чернівці:

- лінія Чернівці-Львів – одна з головних магістральних ліній, що з'єднує Чернівці з іншими великими містами України, проходить через Чернівці та віддаляється від міста на південний захід, до кордону з Румунією.

Лінія Чернівці-Сучава (Румунія) – залізнична лінія, що з’єднує Чернівці з румунським містом Сучава. Це важлива транскордонна лінія для міжнародного сполучення.

Чернівці-Кіцмань – лінія, яка забезпечує зв'язок Чернівців з навколишніми населеними пунктами.

Statistics		
	Dataset	Selection
☒ Mean	709,3	709,3
☐ Median	147,8	147,8
☐ Std. Dev.	1 213,6	1 213,6
Rows	34	34
Count	34	34
Nulls	0	0
Min	5,6	5,6
Max	5 447,5	5 447,5
Sum	24 117,0	24 117,0
Skewness	2,4	2,4
Kurtosis	8,7	8,7

Рис. 3.15. Статистика шару «Залізниця м. Чернівці»

2. Нанесено на карту частину об’їзних шляхів міста, зокрема тих які проходять через місто, і як відомо це транспортні магістралі, що йдуть у західно-східному напрямках через трасу М19. У межах міста цей об’їзд проходить через Галицький шлях та вулицю Хотинську (рис. 3.16). Вулиця Хотинська – одна з основних вулиць на північному заході міста, що з’єднує Чернівці з районними центрами та з іншими населеними пунктами Чернівецької області. Має важливе значення для транспортного сполучення, оскільки проходить через індустріальні райони та є однією з основних артерій для руху вантажного транспорту.

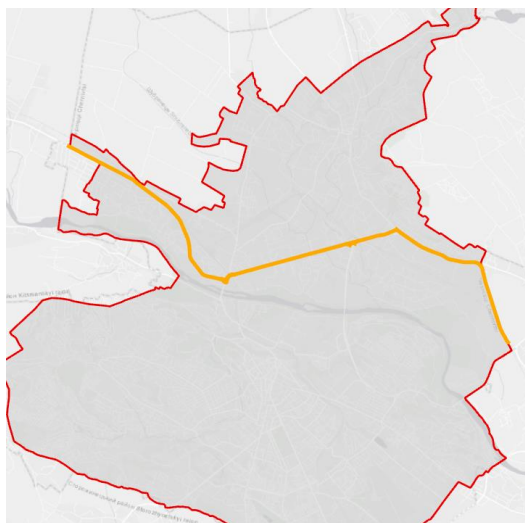
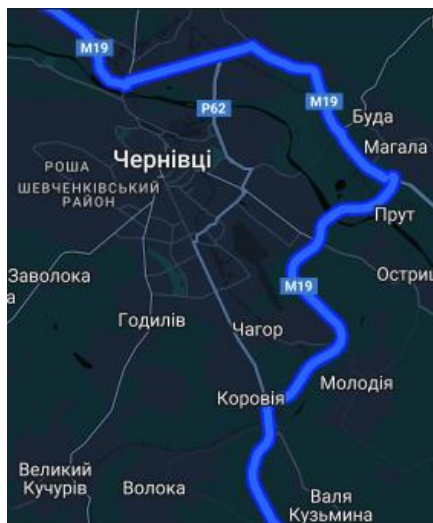


Рис. 3.16. Векторизована об’їдна дорога М19

3. Наступна дія полягала у нанесенні головних транспортних сполучень міста, або вулиці першого порядку, які з'єднують центральну із периферійними її частинами. Головні вулиці міста є важливими транспортними артеріями, що забезпечують зв'язок між різними районами та сполучають Чернівці з іншими містами і країнами (рис. 3.17). Загальна протяжність цих вулиць склала 36,4 км.

Statistics	
☒ Mean	0,24
☐ Median	0,13
☐ Std. Dev.	0,28
Rows	151
Count	151
Nulls	0
Min	0,0047
Max	1,24
Sum	36,4
Skewness	1,9
Kurtosis	6,3

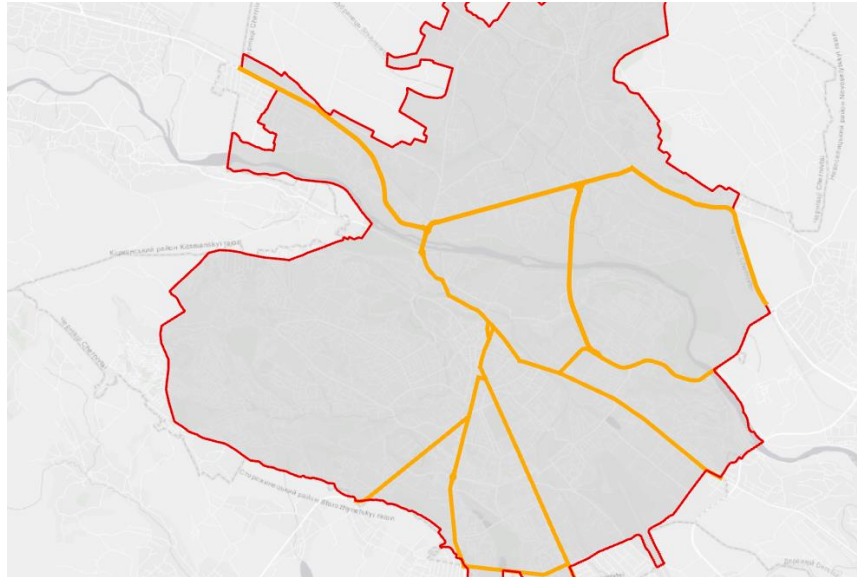


Рис. 3.17. Векторизовані головні вулиці м. Чернівці

Ось перелік головних вулиць Чернівців, які відіграють важливу роль у транспортній та соціально-економічній структурі міста:

- вулиця Головна – одна з головних вулиць міста, що є основною вулицею центральної частини Чернівців. Вулиця проходить через історичний центр міста, і на ній розташовані численні адміністративні будівлі, магазини, кафе та культурні установи. Головна вулиця – це не тільки важлива транспортна артерія, але й туристичний центр міста, оскільки багато старовинних будівель, таких як Ратуша, а також численні магазини і ресторани знаходяться саме на цій вулиці.

- вулиця Героїв Майдану – одна з центральних вулиць Чернівців, що має значення як для пішоходів, так і для транспорту. Вулиця веде до центральної площі міста, зокрема до Чернівецького собору та інших культурних пам'яток. Це важлива вулиця для місцевих мешканців і туристів.

- вулиця Руська – одна з основних магістралей Чернівців, яка проходить через важливі житлові та промислові райони міста. Вулиця, що історично має

зв'язок з територією, яка прилягала до старої частини Чернівців, і є значущою для розвитку міста.

- вулиця Калинівська – це одна з важливих транспортних магістралей, що з'єднує центральні райони з південними частинами міста. На вулиці розташовані численні торгові площі та базари, зокрема відомий Калинівський ринок. Вулиця має значну інфраструктуру для міського транспорту.

- вулиця Шевченка – одна з центральних вулиць Чернівців, яка проходить через декілька важливих адміністративних та культурних точок. Вулиця Шевченка також має велике значення для студентів та молоді, адже поблизу знаходяться навчальні заклади, а також культурні заклади та заклади відпочинку.

- вулиця О. Кобилянської – центральна вулиця, одна з найвідоміших в Чернівцях. Вулиця є важливим культурним та туристичним центром міста з численними ресторанами, магазинами та кафе.

4. Виокремлення другорядних вулиць другого порядку. Другорядні вулиці Чернівців – це вулиці, які забезпечують внутрішнє сполучення в межах міста, але мають менше значення для транзитного руху або не проходять через центральні частини міста. Однак вони важливі для повсякденного життя місцевих мешканців, оскільки з'єднують житлові райони, об'єкти інфраструктури та забезпечують зручний доступ до основних транспортних магістралей (рис. 3.18). Внесення тої чи іншої вулиці до цієї категорії є умовним

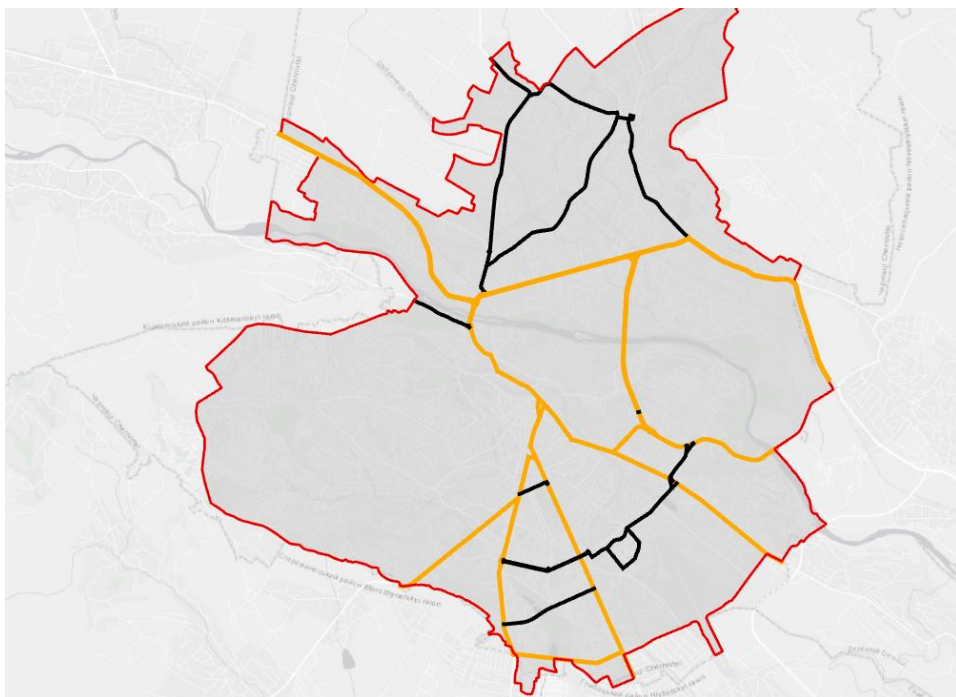


Рис. 3.18. Вулиці другого порядку

5. Вулиці 3-го рівня включає ряд вулиць які значущі, проте не увійшли до попередньої категорії

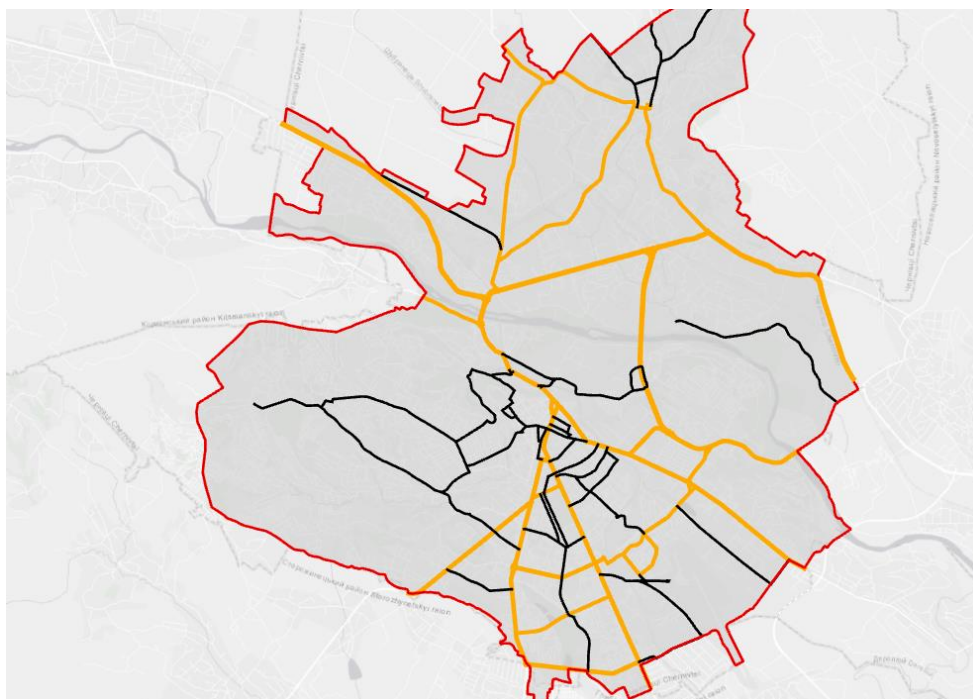


Рис. 3.19. Вулиці 3-го рівня

6. І найскладнішим виявилась векторизація решти вулиць та провулків яких вийшло понад 1200 одиниць (рис. 3.20)

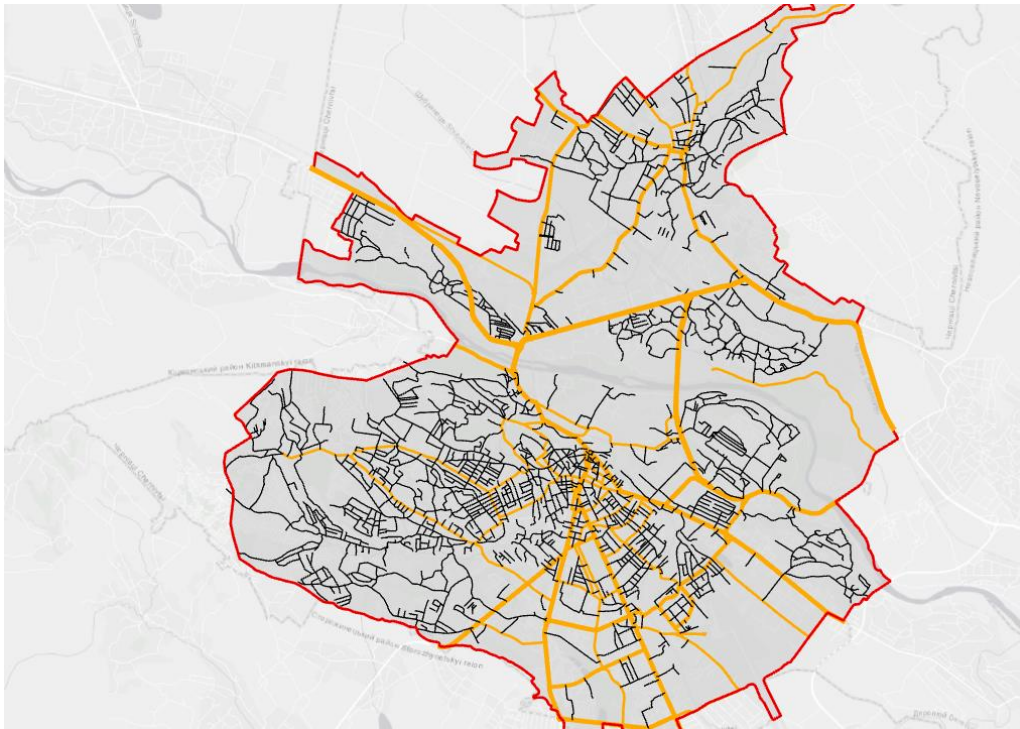


Рис. 3.20. Найменші вулиці та провулки міста

У підсумку ми отримали набір векторних лінійних шарів із атрибутикою, який араховує 1834 об'єкта загальною протяжністю 832 км (рис. 3.21)

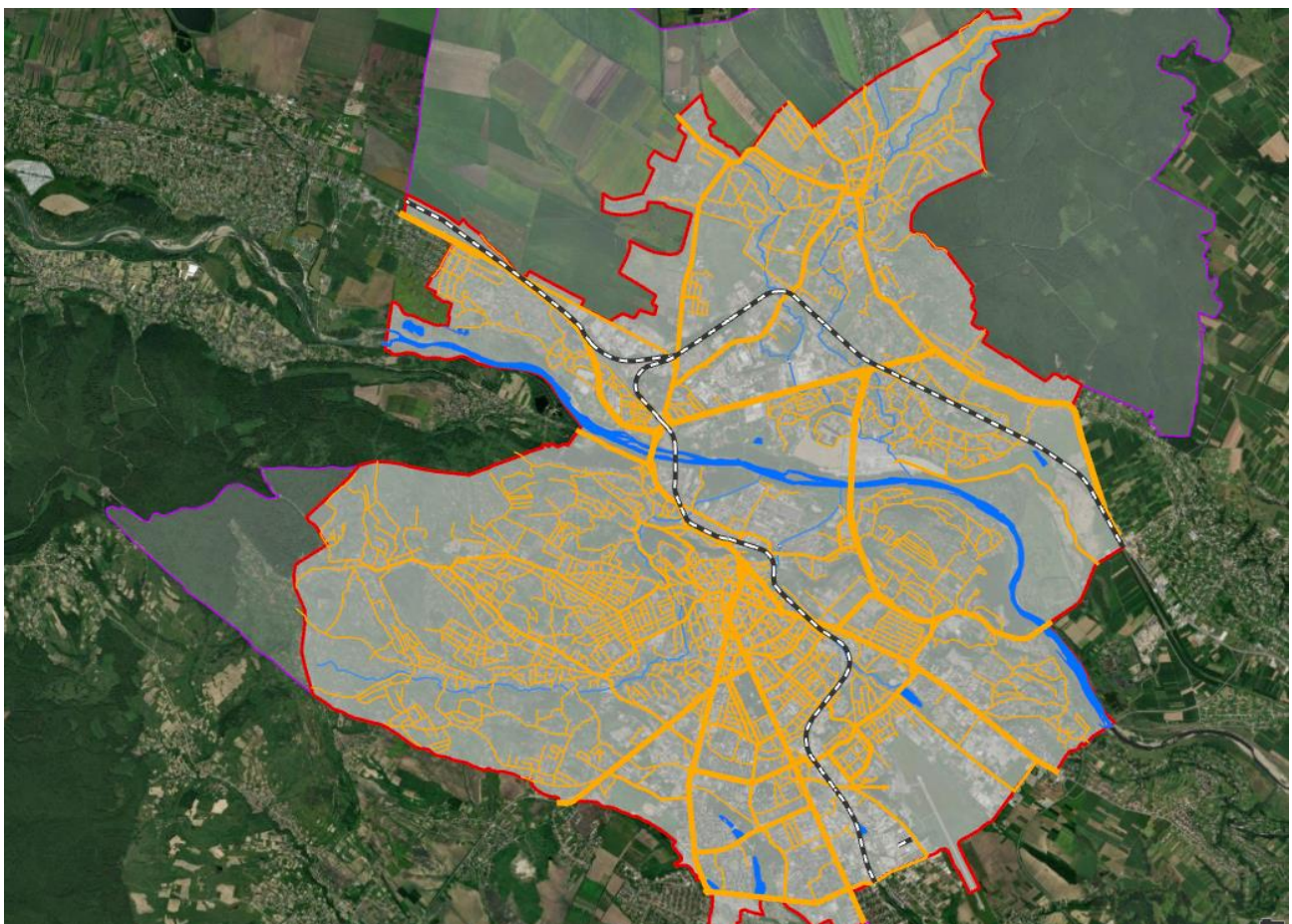


Рис. 3.21. Вулично-дорожня та залізнична мережа міста Чернівці

Висновки

У результаті виконання магістерського дослідження, а саме виявлення науково-технічних основ геоінформаційного картографування шляхів сполучення міста Чернівці, було отримано ряд результатів, які дозволили сформулювати такі висновки.

Ознайомлення з теоретичними основами геоінформаційного картографування, дало змогу сформулювати ключові уявлення про ГІС-системи, визначити місце тематичного картографування та основні принципи його виконання. З-поміж ряду завдань, основною метою новітніх картографів є створення картографічних творів нового зразку, які вирізняються інтерактивністю, віртуальністю та оперативністю оновлення інформації на них.

Особливе місце в роботі зайняло дослідження особливостей функціонування дорожньої мережі. Знання особливостей функціонування дорожньої мережі є надзвичайно важливим для ефективного управління транспортною інфраструктурою, планування розвитку міста, забезпечення безпеки та комфорту пересування громадян, а також для збереження навколишнього середовища. Розуміння того, як працює дорожня мережа, дозволяє досягати кількох важливих цілей на різних рівнях управління та розвитку.

Виявлено, що методологічні підходи функціонування шляхів сполучення стосуються різних наукових, інженерних і управлінських принципів та методів, що використовуються для вивчення, аналізу, проектування і оптимізації транспортних мереж. Ці підходи дозволяють забезпечити ефективність, безпеку та сталий розвиток шляхів сполучення (доріг, залізниць, повітряних та водних маршрутів). Вони охоплюють не лише технічні аспекти проектування і експлуатації, а й соціально-економічні, екологічні та управлінські аспекти функціонування транспортних систем.

Перелік окреслених вище проблем, безумовно, не є вичерпним. Важливим кроком для їх розв'язання стане проведення адміністративно-територіальної реформи. Але слід зазначити, що в організаційному плані реформу слід

розпочинати лише тоді, коли буде створено її достатнє нормативно-правове, кадрове та фінансове забезпечення. Водночас реформу адміністративно-територіального устрою в Україні варто проводити поетапно, проте в доволі стислий проміжок часу, але одночасно і комплексно з іншими не менш важливими та довгоочікуваними реформами, що пов'язані з перетворенням та побудовою якісно нової системи управління Українською державою. До них належать: податкова, бюджетна, земельна, житлово-комунальна реформи, реформа органів державної влади та реформа місцевого самоврядування, а також конституційна та судово-правова реформи.

Дослідження загальних характеристик м. Чернівці у фізико-географічному та соціально-економічному планах надав опис ключових аспектів об'єкта, який є предметом наукового або практичного аналізу. Така характеристика має на меті окреслити основні особливості об'єкта, його структуру, функціонування, роль у системі, до якої він належить, а також описати його взаємодію з іншими елементами або середовищем. Визначено, що унікальність міста Чернівці полягає в його історичному, культурному, архітектурному, географічному та соціальному контекстах, які роблять його відмінним від інших міст України та Європи. Чернівці мають багатий історичний спадок, який відображається в їхній архітектурі, традиціях, мультикультурному середовищі та географічному розташуванні.

Картографування шляхів сполучення для більшості типів соціально-економічного розвитку регіонів належить до класичної задачі картографування, що зумовлює особливу доцільність застосування ГІС у цій сфері. Ми спробували апробувати класичні геоінформаційні підходи на лінійні об'єкти м. Чернівці.

У підсумку ми отримали набір векторних шарів із майже 2000 лінійних об'єктів із необхідною для нас інформацією, в розрізі наступними категорій: водні об'єкти, залізничні колії, вулична дорожня мережа 4-х рівнів. А також сформували атрибутивну таблицю, із можливістю доповнення її різноманітними характеристиками.

Список використаних джерел

1. Building a Geodatabase. – ESRI: Redlands, USA, 2003. 460 p.
2. Kraak M.-J. Cartography : visualization of spatial data. Guilford Press, 2003.
3. Toponymic Guidelines for map and other editors : веб-сайт. URL: <https://unstats.un.org/unsd/geoinfo/ungegn/toponymic.html> (дата звернення 05.03.2019)
4. Апаратне та програмне забезпечення ГІС : науковий електронний вісник. 2015. URL: http://www.msk.edu.ua/s-k/downloads/geo/ogisit/tema_2_3_ogisit.pdf.
5. Багрова Л. А., Подгорецький П.Д. Фізико-географічні основи рекреаційної географії : навч. посібник. Сімферополь : СТУ, 1982. 156 с.
6. Бодня О. В. Організація території об'єктів природно-заповідного фонду долини річки Оскіл засобами геоінформаційних технологій : автореф. дис. канд. Геогр.. наук : 11.00.11. Харків, 2014. 20 с.
7. Бондаренко Е. Л., Шевченко В. О., Остроух В. І. Геоінформаційні основи еколого-географічного картографування : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 116 с.
8. Варламов А. А., Гальченко С. А. Земельний кадастр : навч. посіб. Москва : Колос, 2006. 400 с.
9. Дубницький М., Барладін О. Інтерактивні навчальні веб-ресурси з географії на базі матеріалів Інституту передових технологій, відкритих даних та картографічної javascript-бібліотеки Leaflet. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2018.
10. Зацерковний В., Сергієнко В., Сімакін Ю. Створення web-атласу Чернігівської області за допомогою геоінформаційних технологій. Фотограмметрія, геоінформаційні системи та картографія. 2012.
11. Іщук О.О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС : автореф. дис. канд.. політ. наук : 23.00.2015. Київ, 2014. 20 с.
12. Карпик А. П. Геодезична просторова інформаційна система для забезпечення розвитку територій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт.

техн. Наук : спец. 05.24.01 «Геодезія». Новосибірськ, 2004. 10 с.

13. Коммісарова Е. В., Пісарев В. С. Технологія створення цифрових атласів : навч. посіб. Львів, 2005. 6 с.

14. Лахоцький І. В., Лахоцька Е. Я. Застосування ГІС-технологій у сфері землеустрою та земельного кадастру : Львів : «Брега», 2015. 6 с.

15. Лисицкий Д. В., Колесников А. А. Геодезия и аэрофотосъемка : навч. посіб. Москва, 2014. 40 с.

16. Ляшенко Д. Картографія з основами топографії: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: Наукова думка, 2008. 184 с.

17. Мацко П. В., Голубєв А.М. Геотроніка та картографія : навч. посіб. 2-ге вид., вип. і допов. Херсон : ХДУ, 2007. 184 с.

18. Методика бонітування ґрунтів. URL : <http://kadastrua.ru/osnovi-zemelnogo-kadastru-m-o-volodin/719-metodika-bonituvalnikh-robir.html>.

19. Методологія наукових досліджень. URL : http://pidruchniki.com/1056112760990/dokumentoznavstvo/metodologiya_metodi_logika_naukovih_doslidzhen.

20. Мороз С. А., Онопрієнко С. Ю., Бортник С. Ю. Методологія географічної науки : навч. посіб. Київ : «Заповіт», 1997. 333 с.

21. Населення України : демогр. щорічник / за ред.: Упр. Статистики населення. Київ, 2016. 466 с.

22. Панов А. В. Розробка управлінських рішень : інформаційні технології. Москва : МГДУ, 2004. 151 с.

23. Панов А. В. Розробка управлінських рішень : навч. посіб. Москва : МГДУ, 2004. 151 с.

24. Положення про Державну службу геодезії, картографії та кадастру : Постанова КМУ № 979 від 24.09.05 р. (в редакції від 27.01.10 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/979-2005-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).

25. Положення про Інспекцію державного геодезичного нагляду Головного управління геодезії, картографії та кадастру України : Постанова КМУ № 1592

від 30.08.99 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1592-99-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).

26. Про затвердження порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування : Постанова КМУ № 661 від 04.09.2013 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-2013-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).

27. Про створення Державного картографо-геодезичного фонду України : Постанова КМУ № 661 від 20.06.96 р. (в редакції від 23.12.09 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-96-%D0%BF> (дата звернення 06.03.2019).

28. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність : Закон України, 353 — XIV, 23.12.98 р. (в редакції від 11.02.10 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14> (дата звернення 06.03.2019).

29. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатика : навч. посіб. Суми : ВДТ «Університетська книга», 2006. 296 с.

30. Сінна О. І., Шерстюк О.І. Розробка алгоритму картографування ландшафтів засобами ГІС: досвід, проблеми, перспективи : навч. посіб. Київ, 2012. 113 с.

31. Толчевська О. Є., Коняєв Ю. Г. ГІС технології в землеустрої : навч. посібник. Київ : ТОВ «Геогрупа», 2014. 180 с.

32. Топографічні карти Чернівецької області масштабу 1 : 100 000. URL: http://geoknigi.com/view_map.php?id=65.