

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування
Кафедра міського господарства

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення
транспортних питань міст

Моргунова Анна Анатолшіївна

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет урбаністики та просторового планування
Кафедра міського господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20___ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст

Виконала студентка групи: УППм-23

Моргунова Анна Анатоліївна

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

ОП: Урбаністика та просторове планування

Керівник: Осетрін М. М.

к.т.н., проф.

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: урбаністики та просторового планування

Кафедра: міського господарства

Освітній рівень: магістр за ОНП

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво» Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Освітня програма: «Урбаністика та просторове планування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____” ____ ” _____ 20__ року

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

Моргунова Анна Анатоліївна

1. Тема роботи: Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст

затверджена наказом ректора КНУБА № 538/25/25 від «28»квітня 2025 року

2. Керівник роботи

Осетрін Микола Миколайович, к.т.н., професор

3. Строк подання студентом роботи до захисту 29 травня 2025 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

P. 1. Умови вирішення транспортних проблем міст

P. 2. Методи збору та аналізу транспортних даних

P. 3. Вітчизняний та зарубіжний досвід збору та аналізу транспортних даних

Р. 4. Оцінка ефективності методів збору та аналізу даних у вирішенні транспортних питань міст та надання рекомендацій по оптимальному використанню методів

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. Відомості про дослідження; Ситуаційний план м. Київ; Основні транспортні питання сучасних міст; Законодавча база використання інформаційних технологій; Стадії проектування та вимоги до транспортних даних;

Р. 2. Методи збору та аналізу транспортних даних;

Р. 3. Міжнародний та вітчизняний досвід використання методів збору та аналізу транспортних даних;

Р. 4. Оцінка ефективності транспортного питання №1 "Затори та перевантаження вулично-дорожньої мережі"; Оцінка ефективності транспортного питання №2 "Проблематика роботи громадського транспорту"; Оцінка ефективності транспортного питання №3 "Проблеми планування транспортної інфраструктури"; Оцінка ефективності транспортного питання №4 "Питання стійкої мобільності"; Оцінка ефективності транспортного питання №5 "Інформаційні проблеми та прозорість"; Оцінка ефективності транспортного питання №6 "Безпека дорожнього руху"; Оцінка ефективності транспортного питання №7 "Раціональне використання міського простору"; Оцінка ефективності транспортного питання №8 "Екологічні проблеми міського транспорту";

Р.5 Висновки.

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	15.02.2025
Розділ 1. Умови вирішення транспортних проблем міст	07.03.2025

Розділ 2. Методи збору та аналізу транспортних даних	24.03.2025
Розділ 3. Вітчизняний та зарубіжний досвід збору та аналізу транспортних даних	11.04.2025
Розділ 4. Оцінка ефективності методів збору та аналізу даних у вирішенні транспортних питань міст та надання рекомендацій по оптимальному використанню методів	29.04.2025
Висновки	06.05.2025
Список літератури	08.05.2025
Остаточне оформлення роботи	15.05.2025
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	22.05.2025
Попередній захист роботи на кафедрі	22.05.2025

8. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 1.	Осетрін Микола Миколайович, к.т.н., професор	07.03.2025	
Розділ 2.	Осетрін Микола Миколайович, к.т.н., професор	24.03.2025	
Розділ 3.	Осетрін Микола Миколайович, к.т.н., професор	11.04.2025	
Розділ 4.	Осетрін Микола Миколайович, к.т.н., професор	29.04.2025	

9. Дата видачі завдання «01» лютого 2025 року

Зав. кафедри	_____	Апостолова-Сосса Л.О.
	<i>(підпис)</i>	<i>(прізвище та ініціали)</i>
Керівник	_____	Осетрін М.М.
	<i>(підпис)</i>	<i>(прізвище та ініціали)</i>
Студент	_____	Моргунова А.А.
	<i>(підпис)</i>	<i>(прізвище та ініціали)</i>

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної випускної роботи студента:		<i>Моргунова Анна Анатоліївна</i>	
Назва ВНЗ	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст		
Освітній ступінь	Магістр за освітньо-науковою програмою навчання		
Факультет	Урбаністики та просторового планування		
Кафедра	Міського господарства		
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма/група	Урбаністика і просторове планування/УППМ-23		
Керівник	Осетрін Микола Миколайович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор	розділів	креслень формату А1
	131	4	16
Розділ 1. Умови вирішення транспортних проблем міст	Досліджено умови вирішення транспортних проблем міст, систематизовано основні поняття транспортного планування та моделювання, проаналізовано нормативно-правову базу щодо використання інформаційних технологій у транспортній сфері України порівняно з міжнародними стандартами. Виявлено диференційовані вимоги до транспортних даних на різних стадіях проектування та визначено специфічні проблеми збору вихідних транспортних даних в українських реаліях. Систематизовано основні транспортні питання сучасних міст та встановлено їх взаємопов'язаний характер.		
Розділ 2. Методи збору та аналізу транспортних даних	Проведено комплексний аналіз методів збору та аналізу транспортних даних з розподілом на традиційні та сучасні підходи. Систематизовано методи аналізу транспортних даних. Визначено закономірності та взаємозв'язки між різними методами збору та аналізу транспортних даних.		

<p>Розділ 3. Вітчизняний та зарубіжний досвід збору та аналізу транспортних даних</p>	<p>Проаналізовано зарубіжний та вітчизняний досвід організації збору та аналізу транспортних даних за тематичними напрямками. Виявлено суттєві відмінності між комплексними системами у провідних містах світу та фрагментарним впровадженням технологій в українських містах. Визначено технічні, фінансові, регуляторні та кадрові особливості і виклики українського досвіду, а також перспективні напрями розвитку систем транспортних даних в Україні.</p>
<p>Розділ 4. Оцінка ефективності методів збору та аналізу даних у вирішенні транспортних питань міст та надання рекомендацій по оптимальному використанню методів</p>	<p>Розроблено систему критеріїв оцінки ефективності методів збору та аналізу транспортних даних на основі нормативної бази та запропоновано методичний підхід до оцінювання. Проведено оцінку ефективності різних методів для ключових транспортних проблем міст на різних стадіях проектування. Визначено закономірності щодо універсальності окремих методів та зміни їх ефективності залежно від стадії проектування та характеру транспортної проблеми. Сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів та запропоновано напрями методологічного розвитку підходів до збору та аналізу транспортних даних з урахуванням специфіки українських міст.</p>
<p>Ключові слова: транспортні дані, методи збору транспортних даних, аналіз транспортних даних, транспортне планування, транспортне моделювання, вулично-дорожня мережа, стадії проектування, інтелектуальні транспортні системи, транспортна інфраструктура Keywords: transport data, transport data collection methods, transport data analysis, transport planning, transport modeling, road network, design stages, intelligent transport systems, transport infrastructure</p>	

Укладач: / /

Керівник: Осетрін М. М./ /

“ ” 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	12
1 УМОВИ ВИРІШЕННЯ ТРАСПОРТНИХ ПРОБЛЕМ МІСТ	14
1.1. Основні поняття транспортного планування та моделювання	14
1.1.1 Поняття транспортного планування	14
1.1.2 Поняття транспортного моделювання.....	16
1.1.2.1 Структура класичної чотириетапної транспортної моделі	18
1.2 Нормативна документація та законодавча база стосовно використання інформаційних технологій	19
1.2.1 Законодавчі акти України щодо застосування інформаційних технологій.....	20
1.2.2 Державні будівельні норми та стандарти у сфері транспортного планування	23
1.2.3 Нормативне регулювання інтелектуальних транспортних систем (ITS)	25
1.2.4 Правові аспекти використання геоінформаційних систем (GIS) у транспортному плануванні	28
1.2.5 Транспортне моделювання: нормативні вимоги та стандарти	30
1.2.6 Регулювання використання технологій Big Data у транспортній галузі	31
1.2.7 Міжнародний досвід як орієнтир для розвитку нормативної бази	33
1.2.8 Аналіз відповідності вітчизняної нормативної бази міжнародним стандартам.....	35

1.3	Методи збору та аналізу транспортної інформації на різних стадіях проектування	36
1.4	Джерела та основні проблеми збору вихідних транспортних даних	41
1.4.1	Складнощі збору транспортних даних в українських реаліях	43
1.4.1.1	Інституційна фрагментація	43
1.4.1.2	Недостатня цифровізація та застарілість систем збору транспортних даних	43
1.4.1.3	Застаріла методологія обліку транспортних даних	45
1.4.1.4	Обмежене використання сучасних технологій збору даних.....	46
1.4.1.5	Фінансові обмеження у зборі транспортних даних.....	47
1.4.1.6	Неповнота даних про приватних перевізників	48
1.5	Основні транспортні питання, характерні для сучасних міст.....	50
1.5.1	Затори та перевантаження на вулично-дорожній мережі міста.....	50
1.5.2	Проблематика роботи громадського транспорту	51
1.5.3	Проблеми планування транспортної інфраструктури	52
1.5.4	Питання стійкої мобільності	53
1.5.5	Інформаційні проблеми та прозорість.....	54
1.5.6	Безпека дорожнього руху.....	55
1.5.7	Раціональне використання міського простору	56
1.5.8	Екологічні проблеми міського транспорту	58
1.6	Висновки до розділу 1	60
2	МЕТОДИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНИХ ДАНИХ	63
2.1	Методи збору транспортних даних	63

2.1.1 Традиційні методи збору транспортних даних.....	63
2.1.1.1 Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	63
2.1.1.2 Анкетування та соціологічні опитування	64
2.1.1.3 Аналіз документації та картографічні методи	65
2.1.2 Сучасні та інтелектуальні методи збору транспортних даних	66
2.1.2.1 Стаціонарні системи збору даних	66
2.1.2.2 Мобільні системи збору даних	67
2.1.2.3 Бездротові технології збору транспортних даних	68
2.1.2.4 Транспортна телематика та Інтернет речей (IoT)	69
2.1.2.5 Компоненти інтелектуальних транспортних систем (ITS)	70
2.1.2.6 Колективні та соціальні методи збору даних	71
2.2 Методи аналізу транспортних даних	72
2.2.1 Статистичний аналіз	72
2.2.2 Транспортне моделювання	73
2.2.3 Геопросторовий аналіз (на основі ГІС).....	74
2.2.4 Методи машинного навчання та штучного інтелекту.....	75
2.2.5 Аналіз великих транспортних даних (Big Data).....	76
2.2.6 Калібрування та валідація моделей	77
2.3 Висновки до розділу 2.....	78
РОЗДІЛ 3 ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНИХ ДАНИХ.....	80
3.1 Зарубіжний досвід збору та аналізу транспортних даних	80
3.1.1 Системи збору даних про дорожній рух та транспортні потоки	80

3.1.2 Моніторинг громадського транспорту та пасажиропотоків.....	82
3.1.3 Аналіз мобільності населення та мультимодальних переміщень	84
3.1.4 Великі дані (Big Data) та інтелектуальні транспортні системи.....	85
3.1.5 Інтеграційні платформи та відкриті дані	87
3.2 Український досвід організації збору та аналізу транспортних даних	89
3.2.1 Системи збору даних про дорожній рух та транспортні потоки в Україні.....	89
3.2.2 Моніторинг громадського транспорту в українських містах.....	91
3.2.3 Дослідження мобільності населення в Україні	93
3.2.4 Використання великих даних та ІТС в українському контексті	95
3.2.5 Інтеграційні платформи та відкриті дані у транспортній сфері	97
3.2.6 Особливості та виклики українського досвіду	100
3.3 Висновки до розділу 3	103
4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ У ВИРІШЕННІ ТРАНСПОРТНИХ ПИТАНЬ МІСТ ТА НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ОПТИМАЛЬНОМУ ВИКОРИСТАННЮ МЕТОДІВ....	106
4.1 Методологічні основи оцінки ефективності	107
4.1.1 Обґрунтування системи критеріїв оцінки.....	107
4.1.2 Методичний підхід до оцінювання ефективності	108
4.1.3 Особливості застосування критеріїв на різних стадіях проектування	110
4.2 Оцінка ефективності методів за транспортними проблемами	112
4.2.1 Затори та перевантаження на вулично-дорожній мережі.....	112
4.2.2 Проблематика роботи громадського транспорту	113

4.2.3 Проблеми планування транспортної інфраструктури	115
4.2.4 Питання стійкої мобільності	118
4.2.5 Інформаційні проблеми та прозорість.....	120
4.2.6 Безпека дорожнього руху.....	122
4.2.7 Раціональне використання міського простору	124
4.2.8 Екологічні проблеми міського транспорту	127
4.3 Загальні рекомендації та методологічний розвиток підходів.....	129
4.4 Висновки до розділу 4	131
ВИСНОВКИ.....	135
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	139

ВСТУП

Сучасні міста стикаються з безпрецедентними викликами в галузі транспорту. Урбанізація, зростання кількості приватних автомобілів та обмеженість міської інфраструктури призводять до погіршення мобільності населення, збільшення заторів, забруднення повітря та зниження якості умов життя. За даними ООН, до 2050 року понад 68% світового населення проживатиме в містах, що лише поглиблюватиме необхідність вирішення транспортних проблем міст [1].

В Україні процеси автомобілізації відбуваються на фоні інфраструктурних обмежень, що склалися історично. Більшість українських міст розвивалися за радянських часів без врахування перспектив масової автомобілізації, що створює додаткові складнощі для ефективної організації транспортної системи [2].

Якісні, повні та актуальні дані є фундаментом для вирішення транспортних проблем міст. Без розуміння реальних транспортних потоків, попиту на пересування, поведінки учасників руху неможливо розробити ефективні рішення (рис.1).



Рис 1. Роль транспортних даних у прийнятті рішень

В умовах обмежених бюджетів українських міст якісні дані стають критично важливим ресурсом, що дозволяє максимізувати ефективність кожної вкладеної гривні.

Метою даного дослідження є розробка рекомендацій на базі аналізу, оцінки методів збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст. Дослідження спрямоване на виявлення переваг і недоліків традиційних та сучасних підходів до збору транспортних даних, а також визначення найбільш ефективних методів для їх застосування у міському транспортному плануванні.

Досягнення цієї мети передбачає вирішення наступних **завдань**:

1. Огляд нормативної документації та законодавчої бази стосовно використання інформаційних технологій для вирішення транспортних проблем міст;
2. Огляд містобудівних інформаційних систем;
3. Визначення основних транспортних питань, характерних для сучасних міст;
4. Дослідження сучасного зарубіжного та українського досвіду у впровадженні методів збору та аналізу вихідних даних для містобудівного проектування;
5. Огляд та аналіз існуючих методів збору вихідних даних для вирішення транспортних питань міст;
6. Дослідження методів аналізу транспортних даних та їх застосування для прийняття рішень;
7. Оцінка ефективності різних методів збору та аналізу даних за визначеними критеріями у контексті вирішення визначених питань міста;
8. Розробка рекомендацій щодо вибору оптимальних методів збору та аналізу транспортних даних для забезпечення ефективного управління міською мобільністю.

Об'єкт дослідження – База вихідних даних для вирішення транспортних питань міст.

Предмет дослідження – Методи та технології збору і аналізу вихідних даних для оптимізації транспортних рішень у міському середовищі.

1 УМОВИ ВИРІШЕННЯ ТРАСПОРТНИХ ПРОБЛЕМ МІСТ

1.1. Основні поняття транспортного планування та моделювання

В умовах урбанізаційних процесів та зростаючої інтенсивності переміщень населення, проблема раціонального функціонування транспортної системи міста набуває особливої актуальності. Ефективне транспортне планування та моделювання виступають важливими інструментами для формування збалансованої транспортної політики, оптимізації інфраструктури та забезпечення сталого розвитку міського середовища. Ці процеси неможливі без якісного збору, систематизації та аналізу вихідних даних, які є основою для прийняття обґрунтованих інженерно-технічних та управлінських рішень. Саме комплексний підхід до дослідження методів збору вихідної інформації дозволяє підвищити достовірність результатів транспортного моделювання, точність прогнозів мобільності населення та ефективність реалізації планувальних заходів. Отже, дослідження методів збору та аналізу вихідних даних у контексті вирішення транспортних задач є важливою науково-практичною проблемою, що має суттєве значення для підвищення якості управління транспортними системами в українських містах.

1.1.1 Поняття транспортного планування

Транспортне планування — це системний процес розроблення та реалізації стратегій, заходів і рішень, спрямованих на організацію, розвиток і вдосконалення транспортної системи з метою забезпечення ефективного, безпечного, доступного та сталого переміщення людей і вантажів у межах певної території [3].

Основні характеристики транспортного планування:

1. Комплексність — враховується взаємозв'язок між просторовим розвитком, інфраструктурою, видами транспорту та поведінкою користувачів.
2. Довгостроковість — планування охоплює коротко-, середньо- та довгострокові горизонти (від декількох років до кількох десятиліть).
3. Багаторівневність — застосовується як на міському/регіональному рівні, так і на рівні окремих районів чи вулиць.
4. Урахування інтересів усіх учасників руху — пішоходів, велосипедистів, пасажирів громадського транспорту, водіїв тощо.
5. Орієнтація на сталу мобільність — зменшення залежності від приватного автотранспорту, зниження викидів, підвищення якості життя в місті [4].

У рамках транспортного планування визначаються цілі розвитку транспортної системи, аналізується поточна ситуація, прогнозуються потреби у пересуванні та розробляються сценарії розвитку. Важливою складовою є збір та аналіз вихідних даних, які є основою для подальшого моделювання та обґрунтування планувальних рішень.

Транспортне планування відрізняється від просторового та інфраструктурного планування за своїм фокусом, об'єктами аналізу та методами.

Просторове планування зосереджене на організації території — розміщенні житлової, комерційної, промислової забудови, зелених зон тощо. Його мета — гармонійний розвиток міського середовища та ефективне використання землі. Інфраструктурне планування передбачає розробку проєктів будівництва або модернізації конкретних об'єктів (доріг, мостів, пересадочних вузлів, інженерних мереж) — тобто воно має інженерно-технічну спрямованість. Натомість транспортне планування поєднує просторові та технічні аспекти, зосереджуючись на організації переміщень: як, коли і куди рухаються люди й вантажі, які засоби пересування вони використовують, наскільки ефективно працює транспортна система в цілому. Воно забезпечує зв'язок між

містобудівними рішеннями та потребами мобільності. У найкращій практиці ці види планування працюють узгоджено, але саме транспортне планування є ключовим для прогнозування мобільності та обґрунтування транспортної політики міста.

Види транспортного планування:

1. Стратегічне планування — визначення довгострокових цілей і напрямків розвитку транспортної системи, розробка загальних концепцій і політик щодо розвитку інфраструктури та транспорту. Приклади: стратегії сталої міської мобільності, генплани.
2. Тактичне планування — зосередження на середньострокових заходах та програмах, що реалізують стратегічні цілі. Приклади: плани розвитку маршрутної мережі, оновлення парку громадського транспорту
3. Оперативне планування — управління повсякденною діяльністю транспорту, вирішення проблем у реальному часі. Приклади: зміна розкладів руху, організація об'їздів під час ремонтів, впровадження світлофорного регулювання [5].

Якість транспортного планування оцінюється його ефективністю. Критерії оцінки якості транспортного планування, та в цілому методів збору та аналізу даних будуть детальніше розглянуті в розділі 4.1.1.

Одним з важливим елементом забезпечення якості містобудівного проектування, як показує міжнародний досвід, є використання транспортного моделювання, що підтверджується діючою нормативною базою в Україні, детальніше в розділі 1.2.

1.1.2 Поняття транспортного моделювання

Транспортне моделювання — це процес створення аналітичної або математичної моделі, яка відображає структуру, функціонування та поведінку

транспортної системи з метою аналізу поточного стану, прогнозування майбутніх змін та оцінювання ефективності різних планувальних рішень [6].

Основні риси транспортного моделювання:

1. Базується на вихідних даних про мобільність населення, характеристики транспортної інфраструктури, обсяги перевезень тощо
2. Дозволяє імітувати сценарії функціонування транспортної системи за різних умов
3. Сприяє прийняттю обґрунтованих рішень у процесі транспортного планування
4. Може застосовуватись як на міському, регіональному, так і на локальному рівнях (район, перехрестя)

Ключові функції транспортного моделювання:

1. Аналіз поточного стану транспортної системи
2. Прогноз попиту на перевезення в майбутньому
3. Оцінка ефективності планованих змін (нові дороги, маршрути, обмеження)
4. Оптимізація маршрутів, схем руху, транспортної мережі
5. Підтримка прийняття рішень у сфері транспортної політики

Основними типами транспортних моделей є:

1. Моделі попиту на транспорт — прогнозують потреби в транспортних послугах на основі демографічних, соціальних і економічних змін.
2. Моделі руху — описують, як транспортні потоки переміщуються через міську інфраструктуру, з урахуванням різних факторів, таких як затори, швидкість руху та інтенсивність потоку.
3. Моделі пропускної спроможності — оцінюють максимальну кількість транспортних одиниць, які можуть безпечно і ефективно рухатися через певну ділянку дороги або транспортну мережу.

Моделювання транспортних потоків дозволяє створити симуляції, які відображають поведінку транспортних засобів і пішоходів на різних етапах міського планування. Це дозволяє протестувати різні сценарії розвитку та інфраструктурні зміни, такі як розширення доріг, введення нових транспортних ліній чи оптимізація руху громадського транспорту.

Моделі транспортних потоків можуть бути статичні (враховують лише розподіл транспортних потоків в певний момент часу) та динамічні (моделюють транспортні потоки в часі, враховуючи зміни швидкості, затори та інші змінні умови).

1.1.2.1 Структура класичної чотириетапної транспортної моделі

Чотириетапна модель транспортного моделювання є загальновизнаною методологією для прогнозування транспортних потоків та оцінювання ефективності транспортних рішень на рівні міста або регіону. Її структура охоплює послідовність чотирьох взаємопов'язаних етапів [7]:

1. Генерація поїздок (Trip Generation)

На цьому етапі визначається кількість поїздок, які генеруються (виїзди) та приваблюються (прибуття) кожною зоною моделювання. Генерація поїздок залежить від соціально-економічних характеристик населення, типу забудови, функціонального використання територій, щільності зайнятості тощо. Для оцінки використовуються регресійні моделі, категорійні моделі або інші статистичні підходи.

2. Розподіл поїздок (Trip Distribution)

Цей етап передбачає встановлення просторових зв'язків між зонами, тобто визначення того, звідки і куди переміщуються користувачі. Результатом є матриця OD (origin–destination), яка відображає кількість поїздок між кожною парою зон.

Найбільш поширеними методами розподілу є гравітаційна модель та модель на основі корисності (logit-моделі).

3. Розподіл за видами транспорту (Mode Choice)

На цьому етапі здійснюється оцінка вибору виду транспорту (громадський, приватний, пішохідний, велосипедний тощо), яким користувач здійснить подорож. Вибір залежить від багатьох факторів, зокрема: тривалості поїздки, вартості, комфорту, доступності, наявності пересадок. Застосовуються моделі дискретного вибору, найчастіше — багатомінальні логіт-моделі.

4. Призначення маршрутів (Traffic Assignment)

Завершальний етап передбачає розподіл транспортних потоків по елементах транспортної мережі, тобто визначення маршрутів, якими переміщуються користувачі. Результатом є моделювання завантаження вулично-дорожньої мережі, оцінка рівня сервісу, виявлення критичних ділянок. Використовуються алгоритми призначення на основі принципу Вардропа (рівноважне або системне призначення).

1.2 Нормативна документація та законодавча база стосовно використання інформаційних технологій

Ефективне функціонування та розвиток транспортних систем сучасних міст неможливі без застосування передових інформаційних технологій. Правове регулювання використання таких технологій є фундаментальною основою для впровадження інноваційних методів збору та аналізу даних у транспортному плануванні. Цей підрозділ присвячено аналізу нормативної документації та законодавчої бази, що регламентує застосування інформаційних технологій у сфері транспортного планування в Україні.

Актуальність даного аналізу зумовлена стрімким розвитком цифрових технологій та необхідністю модернізації підходів до транспортного планування

відповідно до європейських стандартів. Особлива увага приділяється правовим аспектам використання інтелектуальних транспортних систем (ITS), геоінформаційних систем (GIS), транспортного моделювання та технологій обробки великих даних (Big Data), що становлять основу сучасного інструментарію транспортного планування.

Дослідження нормативної бази дозволяє виявити правові прогалини, що стримують впровадження інноваційних технологій, та визначити потенційні напрями вдосконалення законодавства з урахуванням міжнародного досвіду. Розглянуто відповідність вітчизняної нормативної бази міжнародним стандартам, що відкриває перспективи для гармонізації українського законодавства з європейськими директивами у сфері транспортного планування та використання інформаційних технологій.

1.2.1 Законодавчі акти України щодо застосування інформаційних технологій

Правове регулювання застосування інформаційних технологій у транспортному плануванні в Україні здійснюється через комплекс нормативно-правових актів різного рівня. Ця система охоплює як загальні закони у сфері інформатизації, так і спеціалізовані нормативні документи, що регламентують використання цифрових технологій у транспортній галузі.

Фундаментальним нормативним актом у сфері інформатизації є Закон України "Про Національну програму інформатизації" від 04.02.1998 № 74/98-ВР [8, с.181]. Цей закон визначає загальні засади формування, виконання та коригування Національної програми інформатизації, що передбачає створення умов для інтеграції інформаційних систем у різних галузях, включаючи транспортну інфраструктуру. Важливо зазначити, що закон встановлює принципи координації та контролю за процесами інформатизації в Україні, що

безпосередньо впливає на впровадження інформаційних технологій у транспортне планування.

Закон України "Про електронні документи та електронний документообіг" від 22.05.2003 № 851-IV разом із Законом України "Про електронні довірчі послуги" від 05.10.2017 № 2155-VIII [9, с.275] [10, с.400] створюють правову основу для цифрової трансформації адміністративних процесів у транспортному плануванні. Ці законодавчі акти регулюють механізми електронної взаємодії між органами державної влади, місцевого самоврядування та проектними організаціями, що є критичним для ефективного впровадження інформаційних технологій у процеси розробки та затвердження проектної документації.

У контексті захисту інформації та персональних даних ключову роль відіграють Закон України "Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах" від 05.07.1994 № 80/94-ВР та Закон України "Про захист персональних даних" від 01.06.2010 № 2297-VI. Ці нормативні акти встановлюють вимоги до захисту інформації та персональних даних, що обробляються в інформаційних системах транспортного планування, зокрема при зборі та аналізі даних про пересування громадян, що є критично важливим для забезпечення балансу між ефективністю транспортного планування та захистом приватності.

Закон України "Про доступ до публічної інформації" від 13.01.2011 № 2939-VI забезпечує правові механізми для отримання доступу до інформації, що знаходиться у володінні органів державної влади та місцевого самоврядування. Це має особливе значення для транспортного планування, оскільки дозволяє отримувати доступ до статистичних даних, містобудівної документації та інших джерел інформації, необхідних для аналізу транспортної ситуації.

У сфері розвитку інтелектуальних транспортних систем ключовим документом є Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про схвалення

Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року" від 30.05.2018 № 430-р. Цей документ визначає стратегічні напрями розвитку транспортної галузі, зокрема, передбачає впровадження інтелектуальних транспортних систем та інформаційних технологій для підвищення ефективності та безпеки транспортної інфраструктури.

Законодавство у сфері містобудування також містить положення щодо застосування інформаційних технологій. Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності" від 17.02.2011 № 3038-VI встановлює вимоги до містобудівної документації, яка може розроблятися з використанням геоінформаційних систем та інших інформаційних технологій. Закон передбачає створення містобудівного кадастру, що є основою для інтеграції даних про об'єкти транспортної інфраструктури.

Варто зазначити, що в українському законодавстві існують певні прогалини щодо регулювання специфічних аспектів застосування інформаційних технологій у транспортному плануванні. Наприклад, відсутні спеціалізовані нормативні акти, що регламентують процеси транспортного моделювання, використання технологій Big Data для аналізу транспортних потоків, а також застосування інтелектуальних транспортних систем для управління дорожнім рухом.

Таким чином, законодавчі акти України створюють базову правову основу для застосування інформаційних технологій у транспортному плануванні, проте потребують подальшого розвитку та гармонізації з міжнародними стандартами для забезпечення ефективного впровадження сучасних цифрових інструментів у процеси транспортного планування та управління.

1.2.2 Державні будівельні норми та стандарти у сфері транспортного планування

Державні будівельні норми (ДБН) та стандарти відіграють ключову роль у регламентації процесів транспортного планування в Україні. Ці нормативні документи встановлюють технічні вимоги до проектування, будівництва та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури та визначають методологічні підходи до транспортного планування.

ДБН В.2.3-5:2018 "Вулиці та дороги населених пунктів" є основоположним документом, що регламентує проектування вулично-дорожньої мережі міст та інших населених пунктів [11]. Цей нормативний документ містить вимоги до геометричних параметрів вулиць та доріг, транспортних розв'язок, пішохідних переходів та інших елементів транспортної інфраструктури. Важливо відзначити, що ДБН В.2.3-5:2018 включає положення щодо застосування інформаційних технологій при проектуванні вулично-дорожньої мережі, зокрема, рекомендації щодо використання автоматизованих систем проектування та геоінформаційних систем для розробки проектної документації.

ДБН А.2.2-3:2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво" встановлює вимоги до структури, змісту та оформлення проектної документації для будівництва, включаючи транспортні об'єкти. В контексті застосування інформаційних технологій документ передбачає можливість використання електронних форматів проектної документації, визначає вимоги до розділу "Організація дорожнього руху" для відповідних категорій об'єктів, а також регламентує застосування сучасних методів інженерних вишукувань, що є основою для збору первинних даних про територію при транспортному плануванні.

ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій" встановлює вимоги до просторового планування територій, включаючи транспортну інфраструктуру

[12]. Цей документ регламентує принципи інтеграції транспортних систем у містобудівну документацію та визначає параметри транспортної доступності об'єктів соціальної інфраструктури. В контексті застосування інформаційних технологій, ДБН Б.2.2-12:2019 передбачає використання геоінформаційних систем для аналізу територіального розвитку та моделювання транспортних потоків.

ДСТУ 8767:2018 "Інформаційні технології. Інтелектуальні транспортні системи. Терміни та визначення понять" надає термінологічну базу для впровадження інтелектуальних транспортних систем. Цей стандарт є важливим елементом нормативного забезпечення застосування інформаційних технологій у транспортному плануванні, оскільки встановлює єдиний понятійний апарат та визначає ключові компоненти інтелектуальних транспортних систем.

ДСТУ 8898:2019 "Настанова щодо розроблення та виконання комплексної схеми організації дорожнього руху" містить методичні рекомендації щодо розробки документації з організації дорожнього руху. Цей стандарт передбачає використання інформаційних технологій для збору та аналізу даних про інтенсивність та склад транспортних потоків, а також для моделювання дорожнього руху при розробці комплексних схем організації дорожнього руху.

ДБН Б.1.1-14:2012 "Склад та зміст детального плану території" та ДБН Б.1.1-15:2012 "Склад та зміст генерального плану населеного пункту" встановлюють вимоги до містобудівної документації, що включає розділи з транспортної інфраструктури. Ці нормативні документи передбачають використання геоінформаційних систем та інших інформаційних технологій для розробки графічних матеріалів та проведення аналітичних досліджень.

Важливим нормативним документом в контексті застосування інформаційних технологій є ДСТУ ISO 19112:2017 "Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами" (ISO 19112:2003,

IDT), який встановлює вимоги до геопросторової прив'язки даних, що є критичним для функціонування геоінформаційних систем у транспортному плануванні.

Необхідно зазначити, що існуючі державні будівельні норми та стандарти не в повній мірі відображають сучасні тенденції застосування інформаційних технологій у транспортному плануванні. Зокрема, відсутні чіткі нормативні вимоги до використання технологій Big Data, автоматизованих систем збору транспортних даних, а також детальні методичні рекомендації щодо транспортного моделювання.

Актуальним завданням є розробка та впровадження нових нормативних документів, що регламентуватимуть застосування сучасних інформаційних технологій у транспортному плануванні, з урахуванням міжнародного досвіду та стандартів. Такі документи мають містити методичні рекомендації щодо використання інтелектуальних транспортних систем, геоінформаційних систем, технологій Big Data та інших цифрових інструментів для збору та аналізу даних з метою прийняття обґрунтованих рішень у сфері транспортного планування.

1.2.3 Нормативне регулювання інтелектуальних транспортних систем (ITS)

Інтелектуальні транспортні системи (ITS) є інноваційним напрямом удосконалення транспортної інфраструктури, що поєднує інформаційні технології, телекомунікації та автоматизовані системи управління для підвищення ефективності та безпеки транспортних процесів. В Україні нормативна база для впровадження ITS перебуває на етапі формування та потребує подальшого розвитку для забезпечення систематичного впровадження цих технологій.

Основним документом, що визначає стратегічні напрями розвитку ITS в Україні, є Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року,

схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р [13, с.1848]. Стратегія передбачає "впровадження інтелектуальних транспортних систем та інформаційних технологій на транспорті" як один із пріоритетів розвитку транспортної галузі. Зокрема, документ окреслює необхідність створення та функціонування єдиної національної інтелектуальної транспортної моделі та забезпечення її інтероперабельності з європейськими моделями, впровадження інноваційних технологій та інтелектуальних транспортних систем. ДСТУ 8767:2018 "Інформаційні технології. Інтелектуальні транспортні системи. Терміни та визначення понять" є першим стандартом у сфері ITS, прийнятим в Україні. Цей документ запроваджує єдину термінологічну базу для інтелектуальних транспортних систем, визначаючи ключові поняття та категорії ITS, що є основою для подальшої розробки нормативних документів у цій сфері.

Важливим нормативним актом у контексті розвитку ITS є Закон України "Про електронні комунікації" від 16.12.2020 № 1089-IX, який створює правові засади для розвитку телекомунікаційної інфраструктури, що є технологічною основою для функціонування інтелектуальних транспортних систем. Закон встановлює принципи регулювання електронних комунікацій, що мають особливе значення для створення комунікаційної мережі між компонентами ITS.

У сфері автомобільного транспорту нормативне регулювання ITS частково здійснюється через Закон України "Про автомобільні дороги" від 08.09.2005 № 2862-IV (із змінами) та Закон України "Про дорожній рух" від 30.06.1993 № 3353-XII (із змінами). Ці закони встановлюють загальні вимоги до організації дорожнього руху та експлуатації автомобільних доріг, проте не містять детальних положень щодо впровадження та використання інтелектуальних транспортних систем.

Технічні регламенти для компонентів ITS в Україні перебувають на початковому етапі розробки. Постанова Кабінету Міністрів України від

09.06.2021 № 594 "Про затвердження Технічного регламенту щодо вимог до систем безпеки дорожнього руху" встановлює загальні вимоги до безпеки дорожнього руху, які включають певні аспекти застосування технічних засобів організації дорожнього руху, що можуть бути компонентами ITS.

Аналіз прогалин у нормативній базі ITS виявляє відсутність комплексного підходу до регулювання цієї сфери. Зокрема, відсутні:

1. спеціалізований закон або інший нормативно-правовий акт, що визначає правові та організаційні засади впровадження та функціонування ITS;
2. технічні стандарти для окремих компонентів ITS (системи управління дорожнім рухом, інформаційні системи для учасників дорожнього руху, системи виявлення інцидентів тощо);
3. нормативні документи, що регламентують процеси збору, обробки та обміну даними в рамках ITS;
4. методичні рекомендації щодо оцінки ефективності впровадження ITS.

Перспективи розвитку законодавства у сфері ITS в Україні пов'язані з необхідністю імплементації Директиви 2010/40/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 7 липня 2010 року про рамки для впровадження інтелектуальних транспортних систем у сфері автомобільного транспорту та для взаємодії з іншими видами транспорту [14, с.1-13]. Ця директива встановлює рамкові умови для впровадження ITS в ЄС та визначає пріоритетні напрями розвитку цих систем.

Таким чином, нормативне регулювання інтелектуальних транспортних систем в Україні знаходиться на етапі становлення. Існуюча нормативна база створює передумови для впровадження ITS, проте потребує суттєвого доопрацювання та розширення для забезпечення комплексного підходу до розвитку цих систем з урахуванням міжнародного досвіду та стандартів.

1.2.4 Правові аспекти використання геоінформаційних систем (GIS) у транспортному плануванні

Геоінформаційні системи (GIS) є ключовим інструментом сучасного транспортного планування, забезпечуючи просторову візуалізацію, аналіз та моделювання транспортної інфраструктури та мобільності населення. Нормативно-правова база використання GIS у транспортному плануванні в Україні охоплює кілька взаємопов'язаних сфер законодавства, включаючи регулювання у сфері містобудування, картографії, геодезії та інформаційних технологій.

Закон України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" від 13.04.2020 № 554-IX є основоположним документом, що регулює відносини, пов'язані зі створенням, функціонуванням та розвитком національної інфраструктури геопросторових даних [15, с.277]. Цей закон визначає правові засади створення, функціонування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних, спрямованої на забезпечення ефективного прийняття рішень органами державної влади та органами місцевого самоврядування, задоволення потреб суспільства в усіх видах географічної інформації, інтегрування у глобальну та європейську інфраструктуру геопросторових даних. Особливе значення для транспортного планування має стаття 5 цього закону, яка визначає тематичні категорії геопросторових даних, серед яких "транспортні мережі" визначені як обов'язкові базові набори даних.

Закон України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність" від 23.12.1998 № 353-XIV (із змінами) встановлює правові засади топографо-геодезичної і картографічної діяльності, що є основою для створення геопросторових даних, які використовуються в GIS для транспортного планування. Закон регулює процеси створення та оновлення топографічних карт

та планів, що є базовою картографічною основою для GIS-аналізу та моделювання транспортних систем.

У сфері нормативного регулювання використання GIS у містобудуванні важливу роль відіграє Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 № 559 "Про містобудівний кадастр" (із змінами), яка визначає порядок створення та функціонування містобудівного кадастру — державної системи зберігання та використання геопросторових даних про територію, адміністративно-територіальні одиниці, екологічні, інженерно-геологічні умови, інформаційні ресурси державних будівельних норм, стандартів і правил для задоволення інформаційних потреб у плануванні територій та будівництві, формування галузевої складової державних геоінформаційних ресурсів [16, с.1673]. Містобудівний кадастр включає дані про транспортну інфраструктуру, що є важливим джерелом інформації для транспортного планування.

Стандарти обміну геопросторовими даними в Україні регламентуються низкою державних стандартів, зокрема, ДСТУ ISO 19101:2009 "Географічна інформація. Еталонна модель" (ISO 19101:2002, IDT), ДСТУ ISO 19115:2009 "Географічна інформація. Метадані" (ISO 19115:2003, IDT) та ДСТУ ISO 19118:2017 "Географічна інформація. Кодування" (ISO 19118:2011, IDT). Ці стандарти встановлюють вимоги до структури та формату геопросторових даних, що забезпечує їх інтеоперабельність та можливість обміну між різними системами, що є критичним для ефективного застосування GIS у транспортному плануванні.

Питання ліцензування та захисту геоданих регулюються Законом України "Про авторське право і суміжні права" від 23.12.1993 № 3792-XII (із змінами) та Законом України "Про захист персональних даних" від 01.06.2010 № 2297-VI (із змінами). Ці закони встановлюють правові рамки для використання геопросторових даних, зокрема, визначають права на інтелектуальну власність

щодо баз геоданих та забезпечують захист персональних даних при зборі та аналізі інформації про пересування населення.

Незважаючи на наявність загальної правової бази, залишаються певні прогалини у нормативному регулюванні використання GIS у транспортному плануванні. Зокрема, відсутні спеціалізовані нормативні документи, що визначають методологію застосування GIS для транспортного моделювання, аналізу доступності транспортної інфраструктури, оцінки ефективності транспортних мереж. Також недостатньо розроблені стандарти інтеграції даних з різних джерел (GPS-трекери, мобільні додатки, датчики транспортних потоків) у єдину геоінформаційну систему для комплексного аналізу транспортної ситуації. Таким чином, правове регулювання використання геоінформаційних систем у транспортному плануванні в Україні має базову нормативну основу, проте потребує подальшого розвитку та деталізації для забезпечення ефективного застосування GIS-технологій відповідно до сучасних тенденцій та міжнародних стандартів.

1.2.5 Транспортне моделювання: нормативні вимоги та стандарти

Законодавство України не містить єдиного стандарту з транспортного моделювання. ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій" вимагає проведення транспортного моделювання для міст із населенням понад 100 тисяч осіб [12]. Відповідно до СОУ 42.1-37641918-038:2016 "Паспорт автомобільної дороги", моделювання має включати аналіз існуючих потоків, прогнозування інтенсивності руху та оцінку пропускнуої здатності [17]. Методичні рекомендації Міністерства інфраструктури (2019) передбачають чотирьохетапну модель як стандартний підхід до транспортного моделювання.

Згідно з ДБН Б.1.1-14:2012 "Склад та зміст детального плану території", результати транспортного моделювання мають бути включені до містобудівної

документації з відображенням прогнозованих транспортних потоків та обґрунтуванням інфраструктурних рішень. Постанова КМУ №926 від 01.09.2021 визначає моделювання обов'язковим елементом комплексних планів розвитку територій та генеральних планів населених пунктів. У процедурі стратегічної екологічної оцінки результати моделювання використовуються для прогнозування впливу транспорту на довкілля.

Галузеві стандарти Укравтодору (ГСТУ 218-03450778-625:2018) регламентують процедуру калібрування моделей із допустимою похибкою не більше 15%. Наказ Міністерства інфраструктури №204 від 24.09.2019 встановлює вимоги до верифікації моделей для оцінки безпеки дорожнього руху. Рекомендовані показники верифікації включають GEN статистику для порівняння потоків, коефіцієнт детермінації R^2 та середньоквадратичну похибку.

Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності" встановлює, що містобудівні рішення мають базуватися на результатах транспортного моделювання. Постанова КМУ №695 від 23.05.2018 визначає моделювання інструментом техніко-економічного обґрунтування інфраструктурних проєктів. Національна транспортна стратегія до 2030 року передбачає створення єдиної національної та регіональних транспортних моделей для обґрунтування рішень щодо розвитку транспортної інфраструктури державного значення.

1.2.6 Регулювання використання технологій Big Data у транспортній галузі

Нормативно-правове регулювання використання Big Data у транспортній галузі України здебільшого базується на загальних законах у сфері інформаційних технологій. Ключовими документами є Закон України "Про захист персональних даних" від 01.06.2010 № 2297-VI, який встановлює вимоги щодо обробки персональних даних, та Закон України "Про інформацію" від 02.10.1992 № 2657-XII, що формує загальну основу інформаційних правовідносин [18].

Постанова КМУ від 21.10.2015 № 835 відносить дані про транспортні потоки та інфраструктуру до пріоритетних наборів відкритих даних. Цей документ стимулює використання транспортних даних для аналізу та планування, проте не містить спеціалізованих вимог до обробки великих даних.

В Україні відсутні спеціалізовані галузеві стандарти аналітики Big Data для транспортної галузі. ДСТУ ISO/IEC 27001:2015 залишається основним стандартом, що регламентує інформаційну безпеку систем обробки даних. Методичні рекомендації Міністерства інфраструктури щодо розробки Планів сталої міської мобільності (2019) передбачають використання технологій Big Data, однак не визначають технічних стандартів їх застосування.

Наказ Міністерства інфраструктури України від 17.03.2020 № 175 впроваджує базові вимоги до систем збору даних про функціонування міського транспорту. Цей документ є одним із небагатьох, що безпосередньо стосується збору транспортних даних для подальшого аналізу.

Законодавчі обмеження використання Big Data включають заборону надмірного збору даних та вимоги щодо анонімізації згідно із Законом України "Про захист персональних даних". Регламент GDPR, положення якого імплементуються в українське законодавство, встановлює жорсткі обмеження на обробку даних про місцезнаходження осіб.

Питання етики обробки анонімізованих транспортних даних та проблема потенційної реідентифікації осіб за патернами пересування залишаються недостатньо врегульованими. Національна економічна стратегія до 2030 року передбачає розробку етичних стандартів використання Big Data як пріоритетний напрям, проте специфічні норми для транспортної галузі досі не сформовані.

1.2.7 Міжнародний досвід як орієнтир для розвитку нормативної бази

Міжнародний досвід регулювання інформаційних технологій у транспортному плануванні є важливим орієнтиром для розвитку вітчизняної нормативної бази. Європейський Союз, США та міжнародні організації розробили комплексні підходи та стандарти, які можуть слугувати моделями для адаптації в українському контексті.

Плани сталої міської мобільності (SUMP) є ключовим інструментом транспортного планування в Європейському Союзі. Директива ЄС 2014/94/EU встановлює вимоги до застосування цифрових технологій при розробці SUMP, зокрема використання геоінформаційних систем та транспортного моделювання [19, с.1-20]. Документ "Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan" (2019) детально регламентує методологію збору та аналізу даних для обґрунтування транспортних рішень [20].

Директива ЄС 2010/40/EU (ITS Directive) є фундаментальним документом, що регулює впровадження інтелектуальних транспортних систем у країнах Європейського Союзу. Директива встановлює єдині стандарти обміну даними між різними компонентами ITS, визначає вимоги до точності та надійності інформації, а також забезпечує сумісність систем у різних країнах-членах ЄС. Ключовим елементом директиви є вимоги до захисту даних та приватності користувачів при зборі та обробці транспортної інформації.

Регламент ЄС 2017/1926 про надання мультимодальних інформаційних послуг щодо подорожей встановлює вимоги до формату та якості даних про транспортні послуги, включаючи розклади руху, тарифи та доступність для людей з обмеженими можливостями. Цей документ визначає стандарти інтероперабельності транспортних даних та методи їх публікації як відкритих даних.

Американські рекомендації Федеральної адміністрації автомобільних доріг (FHWA) з використання інформаційних технологій у транспортному плануванні пропонують методологію збору, валідації та аналізу даних для моделювання транспортних потоків. Документ "Traffic Monitoring Guide" (2016) встановлює стандарти збору та обробки даних про дорожній рух, які забезпечують точність та достовірність моделювання.

Міжнародна організація стандартизації (ISO) розробила серію стандартів для інтелектуальних транспортних систем. ISO 14825:2011 "Intelligent transport systems — Geographic Data Files (GDF) — GDF5.0" встановлює вимоги до географічних даних для транспортних застосунків. ISO 24014:2015 "Public transport — Interoperable fare management system" визначає стандарти для систем електронної оплати проїзду та збору даних про пасажиропотоки.

ISO 37120:2018 "Sustainable cities and communities — Indicators for city services and quality of life" включає індикатори транспортної доступності та ефективності, які мають вимірюватися з використанням геоінформаційних систем та аналітики даних. Стандарт ISO 19157:2013 "Geographic information — Data quality" встановлює вимоги до якості геопросторових даних, які використовуються для транспортного планування.

Особливої уваги заслуговує стандарт GTFS (General Transit Feed Specification), розроблений компанією Google та прийнятий як де-факто міжнародний стандарт для обміну даними про громадський транспорт. GTFS визначає формат даних про маршрути, розклади та зупинки громадського транспорту, забезпечуючи їх сумісність із різними аналітичними та інформаційними системами.

Міжнародний досвід свідчить про тенденцію до стандартизації методів збору та аналізу транспортних даних, розробки єдиних форматів даних та забезпечення їх інтероперабельності. Впровадження міжнародних стандартів у

вітчизняну нормативну базу є важливим чинником інтеграції України до глобальної транспортної системи та підвищення ефективності транспортного планування.

1.2.8 Аналіз відповідності вітчизняної нормативної бази міжнародним стандартам

Порівняльний аналіз українського законодавства та норм ЄС виявляє значні розбіжності у регулюванні інформаційних технологій для транспортного планування. Угода про асоціацію між Україною та ЄС передбачає поступову гармонізацію нормативно-правової бази, однак цей процес залишається незавершеним у багатьох аспектах.

У сфері впровадження інтелектуальних транспортних систем виявлено суттєвий розрив між вимогами Директиви ЄС 2010/40/EU та вітчизняним законодавством. В Україні відсутній комплексний нормативний акт, що визначав би стандарти та вимоги до ITS, їх компонентів, протоколів обміну даними та інтероперабельності [21, с.1-14]. Розпорядження КМУ від 25.04.2018 № 430-р "Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року" визначає розвиток ITS як пріоритетний напрям, але не встановлює конкретних технічних вимог.

Відсутність стандартизованого підходу до Планів сталої міської мобільності (SUMP) контрастує з європейською практикою, де SUMPs мають чітко визначену методологію та правовий статус. В Україні розробка подібних документів залишається добровільною ініціативою міст, що ускладнює послідовне впровадження інформаційних технологій у транспортне планування. У сфері геоінформаційних технологій та відкритих даних спостерігається прогрес у гармонізації. Закон України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" від 13.04.2020 № 554-IX значною мірою відповідає вимогам Директиви

ЄС 2007/2/ЕС (INSPIRE), встановлюючи основи для створення єдиної інфраструктури геопросторових даних. Однак підзаконні акти щодо технічних специфікацій транспортних геоданих залишаються неповними.

Порівняно з американськими стандартами FHWA з транспортного моделювання, українські методики значно менш деталізовані та не містять кількісних критеріїв оцінки якості моделей. Рекомендації щодо збору та обробки даних, валідації моделей та інтерпретації результатів мають загальний характер та потребують більшої конкретизації.

Проблеми гармонізації національних та міжнародних стандартів включають технічні, інституційні та фінансові аспекти. Технічно український нормативно-правовий ландшафт характеризується фрагментарністю регулювання - існуючі норми розпорошені по різних галузевих документах без єдиної узгодженої системи. З інституційної точки зору, відсутність єдиного органу, відповідального за стандартизацію технологій транспортного планування, призводить до неузгодженості вимог різних відомств.

1.3 Методи збору та аналізу транспортної інформації на різних стадіях проектування

Проектування транспортної інфраструктури потребує обґрунтованих рішень, які базуються на достовірній транспортній інформації. На кожній стадії проектування — від ТЕО до робочої документації — необхідні різні види даних про транспортні потоки, доступність, пішохідні зв'язки, логістику, попит тощо. Якість цих даних напряму впливає на ефективність, безпеку та функціональність майбутніх об'єктів.

Метою цього підрозділу є визначення переліку транспортної інформації, необхідної на кожному етапі проектування, а також наведення доцільних методів

її збору та аналізу. Розгляд проводиться з урахуванням вимог чинних нормативних документів та сучасних підходів до транспортного планування.

Проектна діяльність у сфері будівництва, зокрема для об'єктів транспортної інфраструктури, регламентується ДБН А.2.2-3:2014, де визначено шість основних стадій проектування:

1. Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО),
2. Техніко-економічний розрахунок (ТЕР),
3. Ескізний проєкт (ЕП),
4. Проєкт (П),
5. Робочий проєкт (РП),
6. Робоча документація (Р) [22].

Кожна з цих стадій виконує свою функцію та вимагає різного ступеня деталізації транспортної інформації. ТЕО/ТЕР передбачають аналіз доцільності будівництва з урахуванням варіантів розташування та впливів на довкілля, включаючи транспортні аспекти. Ескізний проєкт фіксує загальну концепцію та схеми транспортних рішень. Стадії П і РП деталізують технічні рішення, інженерні схеми, оцінюють пропускну спроможність, безпеку та ефективність транспортної інфраструктури. Завершальна стадія — Р — включає детальні креслення та специфікації для реалізації проєкту.

На кожній стадії проектування використовується свій набір транспортної інформації, обсяг і деталізація якої залежать від завдань конкретного етапу.

1. ТЕО / ТЕР потребують загальних транспортних характеристик території:
 - наявні транспортні потоки та напрямки руху;
 - забезпеченість транспортною інфраструктурою;
 - доступність ділянки для різних видів транспорту;
 - альтернативні варіанти транспортного забезпечення.

2. Ескізний проєкт (ЕП) вимагає попередньої схеми організації руху:
 - транспортно-пішохідні зв'язки;
 - під'їзди, зупинки, пішохідні переходи;
 - планована місткість паркувальних місць;
 - принципові схеми інженерно-транспортного забезпечення.
3. Проєкт (П) включає:
 - розрахунки транспортних навантажень;
 - аналіз інтенсивності руху в пікові години;
 - моделювання потоків (за потреби);
 - прогноз зміни попиту на перевезення;
 - оцінка безпеки руху.
4. Робочий проєкт (РП) узагальнює затверджувальні рішення і включає:
 - узгоджені параметри вулично-дорожньої мережі;
 - результати розрахунків перетинів, радіусів, ухилів;
 - дані щодо організації дорожнього руху.
5. Робоча документація (Р) вимагає точних креслень транспортних елементів:
 - плани розміщення доріг, тротуарів, стоянок, зупинок;
 - геометричні характеристики (ширина проїзду, радіуси поворотів);
 - інженерні рішення щодо дорожнього покриття, знаків, розмітки.

Збір та аналіз відповідної інформації на кожному етапі дає змогу уникнути помилок, які можуть спричинити неефективність або небезпеку функціонування транспортної системи.

Державні будівельні норми України ДБН А.2.2-3:2014 встановлюють загальні вимоги до складу та змісту проєктної документації, зокрема в частині, що стосується транспортної інфраструктури.

На стадії ТЕО / ТЕР обов'язково враховуються:

- транспортна доступність ділянки;

- схеми генплану та транспорту;
- оцінка впливу транспортного обслуговування на навколишнє середовище (ОВНС).

На стадії ескізного проєкту (ЕП) потрібно надати:

- схему транспортно-пішохідних зв'язків;
- оцінку можливості приєднання об'єкта до існуючих вулично-дорожніх мереж;
- первинні розрахунки пропускної спроможності і потреб у парковках.

На стадії проєкту (П) обов'язковими є:

- деталізовані розрахунки транспортних потоків;
- рішення з розташування і організації руху (внутрішньомайданчикowego та зовнішнього транспорту);
- заходи із забезпечення безпеки дорожнього руху та доступності для маломобільних груп населення.

На стадії робочого проєкту (РП) і робочої документації (Р) передбачається:

- розроблення робочих креслень доріг, тротуарів, паркінгів, велосипедної інфраструктури;
- нанесення схем транспортного та пішохідного руху;
- інтеграція проєктних рішень із зовнішніми інженерними мережами.

Таким чином, на кожному етапі підготовки проєктної документації нормативно закріплено вимогу врахування транспортної складової, що потребує відповідного збору та аналізу транспортних даних.

У таблиці 1.1 наведена сумісність стадій проєктування, необхідної інформації, та методів збору і аналізу для кожної стадії проєктування.

Таблиця 1.1

Стадія проектування	Необхідна транспортна інформація	Методи збору	Методи аналізу
Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) / Техніко-економічний розрахунок (ТЕР)	Транспортна доступність території; Наявні транспортні потоки; Вплив транспорту на навколишнє середовище	Аналіз містобудівної документації; Статистичні дані; GIS-аналіз; Обстеження території	Статистичний аналіз; Просторово-часовий аналіз; Первинна оцінка транспортної ефективності
Ескізний проєкт (ЕП)	Схеми транспортно-пішохідних зв'язків; Під'їзди, парковки, зупинки	Камеральний аналіз; Фото-відеофіксація; Топографічна зйомка	Просторове планування; Візуальний аналіз транспортних схем
Проєкт (П)	Розрахунок інтенсивності руху; Моделювання потоків; Оцінка безпеки руху	Лічильники транспорту; GPS-трекінг; Опитування користувачів; Дослідження заторів	Макро- та мікромоделювання (TransCAD, VISSIM); Розрахунок рівня обслуговування (LOS); Оцінка доступності
Робочий проєкт (РП)	Параметри доріг і перетинів; Рішення щодо організації руху	Інженерно-геодезичні вишукування; Лазерне сканування; Фотофіксація існуючої ситуації	Технічні розрахунки; Аналіз радіусів поворотів, ухилів, розмітки
Робоча документація (Р)	Деталізовані креслення доріг, тротуарів, зупинок; Специфікація транспортних елементів	Топографічні зйомки; Камеральна обробка; Використання CAD/BIM-систем	Перевірка відповідності нормативам; Технічний аналіз креслень

Збір та аналіз транспортної інформації є невід'ємною складовою процесу проектування об'єктів міської інфраструктури. Кожна стадія проектування вимагає відповідного рівня деталізації даних: від загальної оцінки транспортної доступності на етапі ТЕО до розроблення робочих креслень на стадії Р. Належна

організація збору і опрацювання транспортної інформації безпосередньо впливає на якість, безпечність і ефективність майбутніх транспортних рішень.

Комплексне застосування традиційних і сучасних методів збору та аналізу даних дозволяє забезпечити всебічне обґрунтування проєктних рішень, відповідність чинним нормативним вимогам та створення комфортного і функціонального міського середовища.

1.4 Джерела та основні проблеми збору вихідних транспортних даних

Збір вихідних даних є ключовим етапом у транспортному плануванні та моделюванні, оскільки він визначає точність прогнозів та ефективність розроблених стратегій. Для вирішення транспортних проблем міста необхідно зібрати різноманітні дані, що характеризують рух транспорту, інтенсивність потоків, соціально-економічну ситуацію, потреби громадськості в транспортних послугах тощо. Дані можуть бути зібрані з різних джерел за допомогою різноманітних методів.

Основні джерела, з яких можна отримати необхідні дані для аналізу транспортних потоків та планування транспортних систем, включають:

1. Соціально-економічні дослідження. Дані про демографічну ситуацію, рівень доходів, структуру населення, трудову міграцію та інші соціально-економічні показники, що впливають на транспортні потреби. Ці дані можуть бути отримані з офіційних статистичних звітів, досліджень, а також на основі опитувань населення.
2. Спостереження за транспортними потоками. Збір даних про інтенсивність руху, швидкість транспорту та затори може бути здійснений за допомогою безпосередніх спостережень на дорогах або за допомогою автоматизованих систем моніторингу, таких як відеокамери, сенсори та інші технології.

3. GPS та мобільні дані. Використання GPS-трекінгу та даних мобільних телефонів дозволяє отримати точну інформацію про переміщення транспортних засобів та пішоходів у реальному часі. Дані можуть бути зібрані через спеціальні додатки або транспортні засоби, що оснащені GPS.
4. Краудсорсинг дозволяє залучити широке коло учасників для збору даних через мобільні додатки або онлайн-платформи. Це дозволяє швидко отримати інформацію про дорожні умови, затори, аварії та інші важливі фактори.
5. Державні органи та муніципальні служби. Дані, отримані від міських адміністрацій, дорожніх служб, органів управління громадським транспортом. Це можуть бути статистичні звіти, дані про пасажиропотоки, дорожнє покриття, маршрути громадського транспорту тощо.
6. Транспортне програмне забезпечення та інтелектуальні транспортні системи. Транспортні програми, такі як TomTom, PTV Visum, Aimsun, а також інтелектуальні транспортні системи, використовують сенсори, камери та інші датчики для збирання даних про інтенсивність руху, швидкість транспорту, затори та інші фактори [23].

Незважаючи на значний розвиток технологій збору даних, існують певні проблеми та обмеження. Дані, отримані через різні технології (наприклад, мобільні додатки), можуть не повністю відображати реальні транспортні умови, оскільки вони збираються лише від певної частини населення. Також, збирання даних, особливо через GPS та мобільні додатки, може викликати питання щодо захисту особистої інформації користувачів [24, с.167-183]. Потрібно брати до уваги, що для впровадження сучасних технологій збору даних, таких як автоматизовані системи спостереження, потрібні значні інвестиції в інфраструктуру.

1.4.1 Складності збору транспортних даних в українських реаліях

В українському контексті збір даних для транспортного планування стикається з низкою специфічних викликів.

1.4.1.1 Інституційна фрагментація

Інституційна фрагментація створює суттєві перешкоди для формування цілісної інформаційної бази при транспортному плануванні в Україні. Транспортні дані розподілені між численними установами: Міністерством інфраструктури, Укравтодором, Укрзалізницею, обласними та міськими департаментами транспорту, Державною службою статистики, Патрульною поліцією та комунальними підприємствами [25, с.67-73].

Основні проблеми, пов'язані з цією фрагментацією, включають:

1. Відсутність єдиних стандартів збору та зберігання інформації
2. Адміністративні бар'єри та обмежений обмін даними між відомствами
3. Несумісність форматів даних з різних джерел
4. Відсутність централізованого репозиторію транспортних даних
5. Брак координаційного центру для гармонізації зусиль різних установ

Наслідки для транспортного планування проявляються у формуванні неповної картини транспортної ситуації, значних часових витратах на консолідацію даних та проблемах з їх актуальністю, що знижує точність розроблених моделей.

Хоча останніми роками впроваджуються міські електронні платформи, геоінформаційні системи та проєкти з відкритих даних, ці ініціативи все ще залишаються фрагментарними та потребують системного підходу на національному рівні.

1.4.1.2 Недостатня цифровізація та застарілість систем збору транспортних даних

Ця проблема становить серйозну перешкоду для ефективного транспортного планування в Україні. Попри загальносвітову тенденцію до

діджиталізації, значна частина транспортної інформації в українських реаліях досі обробляється та зберігається неоптимальним чином [26].

Основні проблеми у цьому контексті включають:

1. Збереження даних у паперовому форматі, особливо в менших містах та районних центрах
2. Використання застарілих електронних систем, несумісних із сучасними форматами та стандартами
3. Ручний збір даних, що призводить до людських помилок та затримок
4. Відсутність автоматизованих систем обліку пасажиропотоків у громадському транспорті
5. Обмежене впровадження електронних квитків, що ускладнює аналіз переміщень пасажирів

Наслідки такої ситуації для транспортного моделювання є суттєвими: дані часто виявляються неточними, застарілими та неповними. Систематична обробка великих масивів транспортної інформації ускладнюється через необхідність додаткової оцифровки та стандартизації даних, що значно збільшує часові та ресурсні витрати на підготовчих етапах моделювання.

Особливо гостро проблема проявляється при необхідності створення динамічних моделей, які вимагають постійного оновлення вхідних параметрів. Брак сучасних систем моніторингу транспортних потоків у реальному часі не дозволяє впроваджувати адаптивні системи управління дорожнім рухом, які успішно функціонують у розвинених країнах.

Хоча в обласних центрах та столиці спостерігається прогрес у впровадженні цифрових рішень для збору транспортних даних, більшість малих міст та сільських територій залишаються осторонь цих процесів через обмежене фінансування та брак технічної експертизи. Це створює нерівномірність у якості

даних для різних регіонів та ускладнює створення загальнонаціональних транспортних моделей.

1.4.1.3 Застаріла методологія обліку транспортних даних

Дана проблема становить одну з ключових перешкод у розвитку сучасного транспортного планування в Україні. Вона системно впливає на якість та застосовність зібраної інформації для моделювання та прийняття рішень [27, с. 15-24].

Основні аспекти цієї проблеми включають:

1. Використання застарілих радянських методологічних підходів до збору та класифікації транспортних даних, які не відповідають сучасним міжнародним стандартам
2. Невідповідність показників та метрик тим, що використовуються у міжнародній практиці, що ускладнює порівняльний аналіз та адаптацію закордонного досвіду
3. Відсутність оновлення методик збору даних з урахуванням змін у транспортній поведінці населення та нових видів мобільності
4. Обмежене використання показників якості обслуговування та суб'єктивного сприйняття транспортних послуг користувачами

Наслідками застосування застарілих методологій є отримання неповних та часто неактуальних даних, які не відображають реальні потреби в мобільності населення. Особливо проблематичним є відсутність комплексного підходу до оцінки мультимодальних переміщень, коли одна поїздка включає кілька видів транспорту.

Традиційні методи обліку транспортних потоків в Україні часто зосереджуються на кількісних показниках (кількість транспортних засобів, пасажирів), нехтуючи якісними параметрами та контекстуальними факторами. Це

призводить до неповного розуміння транспортної поведінки та мотивацій користувачів, які є критично важливими для сучасного планування.

Сучасні підходи до транспортного планування, такі як моделювання на основі активності (activity-based modeling) або агентне моделювання, вимагають набагато більш детальних та різноманітних даних, ніж ті, що збираються за традиційними методиками в Україні. Відсутність відповідних методологій збору таких даних створює суттєві обмеження для впровадження передових підходів до транспортного моделювання.

1.4.1.4 Обмежене використання сучасних технологій збору даних

В українському контексті недостатнє впровадження інноваційних технологій збору транспортних даних значно стримує розвиток точного та ефективного транспортного планування. Відставання у технологічному забезпеченні цього процесу має системний характер та проявляється на різних рівнях транспортної інфраструктури [28, с.124-135].

Основні проблеми у цій сфері включають:

1. Обмежене використання автоматизованих систем підрахунку трафіку та пасажиропотоків, які могли б забезпечити неперервний збір даних у реальному часі
2. Недостатнє покриття транспортної мережі інтелектуальними транспортними системами (ITS), зокрема смарт-камерами, датчиками руху та детекторами транспортних засобів
3. Слабке впровадження GPS-трекінгу громадського транспорту, що ускладнює аналіз його фактичної роботи та дотримання розкладів
4. Обмежене використання мобільних додатків та цифрових платформ для збору даних про переміщення населення
5. Недостатнє застосування систем автоматичного розпізнавання номерних знаків для аналізу транспортних потоків

Наслідки технологічного відставання проявляються у залежності від застарілих методів ручного збору даних, які характеризуються низькою точністю, обмеженою частотою та високими трудовитратами. Транспортне моделювання ускладнюється через відсутність детальних часових рядів даних, що відображають динаміку транспортних процесів протягом доби, тижня чи сезону. Особливо гострою є проблема відсутності систем взаємодії між різними видами транспорту та їх операторами. Це призводить до неможливості інтегрованого аналізу взаємодії різних компонентів транспортної системи та оцінки синергетичних ефектів від впровадження нових рішень.

Важливо відзначити, що в окремих великих містах України спостерігається поступове впровадження сучасних технологій збору даних, проте ці ініціативи часто носять фрагментарний характер та не створюють цілісної системи даних для комплексного транспортного планування. Значна частина регіонів та середніх міст залишається поза процесом технологічної модернізації систем транспортних даних.

1.4.1.5 Фінансові обмеження у зборі транспортних даних

Проблема недостатнього фінансування процесів збору та аналізу транспортних даних є одним із найбільш фундаментальних бар'єрів для розвитку ефективного транспортного планування в Україні [29]. Фінансові обмеження мають системний характер і впливають на всі етапи роботи з даними.

Основні аспекти фінансових обмежень включають:

1. Недостатнє бюджетне фінансування для впровадження сучасних систем моніторингу та збору транспортних даних
2. Висока вартість спеціалізованого обладнання та програмного забезпечення для транспортного моделювання при обмежених ресурсах місцевих бюджетів

3. Брак коштів на підготовку та утримання кваліфікованих спеціалістів з обробки та аналізу транспортних даних
4. Обмежене фінансування досліджень транспортної поведінки населення (опитування, спостереження, експерименти)
5. Відсутність достатніх ресурсів для регулярного оновлення баз даних та підтримки інформаційної інфраструктури

Наслідки фінансових обмежень проявляються у змушеному використанні спрощених методів збору даних, які не потребують значних капіталовкладень, але дають менш точні результати. Транспортні департаменти та комунальні підприємства часто змушені працювати з обмеженими вибірками даних замість проведення комплексних досліджень.

В умовах економічної кризи та воєнного стану фінансування збору транспортних даних зазвичай не є пріоритетом для розподілу обмежених бюджетних коштів порівняно з безпосереднім утриманням та відновленням транспортної інфраструктури. Це створює замкнене коло, коли відсутність якісних даних призводить до неефективного використання наявних ресурсів при плануванні та реалізації транспортних проєктів.

Міжнародні донори та проєкти технічної допомоги частково компенсують недостатнє внутрішнє фінансування, проте їхня підтримка часто має обмежений у часі характер і не забезпечує сталого функціонування систем збору даних після завершення проєктів. Така ситуація ускладнює формування довгострокових часових рядів даних, необхідних для якісного транспортного планування.

1.4.1.6 Неповнота даних про приватних перевізників

Проблема неповноти та недостовірності даних про діяльність приватних перевізників є одним із суттєвих викликів для транспортного планування в Україні. Цей сегмент транспортного ринку характеризується обмеженою

прозорістю та значними складнощами у зборі об'єктивної інформації [30, с.125-134].

Основні аспекти цієї проблеми включають:

1. Відсутність централізованої системи обліку фактичних обсягів перевезень приватними операторами
2. Неповне декларування доходів та пасажиропотоків приватними перевізниками через тіньову економічну діяльність
3. Обмежений доступ до даних про реальну завантаженість транспортних засобів та дотримання розкладу руху
4. Відсутність стандартизованої системи звітності для малих транспортних підприємств та індивідуальних перевізників
5. Складність моніторингу технічного стану рухомого складу приватних перевізників

Наслідки для транспортного планування проявляються у викривленому розумінні реального розподілу транспортних потоків та попиту на перевезення. Часто офіційні дані суттєво відрізняються від фактичної ситуації, що призводить до помилок при моделюванні та прогнозуванні навантаження на транспортну мережу.

Особливо гострою ця проблема є у сегменті маршрутних таксі та міжміських автобусних перевезень, де спостерігається висока частка неформальних практик. Нерідко реальна кількість рейсів, маршрути слідування та тарифна політика відрізняються від офіційно задекларованих, що створює "сіру зону" в транспортних даних.

Відсутність точних даних про приватних перевізників також ускладнює оцінку ефективності транспортної системи в цілому та перешкоджає оптимізації маршрутної мережі. Планувальникам доводиться покладатися на експертні оцінки та вибірккові спостереження замість систематичного аналізу повних даних.

У контексті децентралізації та розвитку об'єднаних територіальних громад проблема неповноти даних про приватних перевізників набуває додаткового значення, оскільки ускладнює планування транспортного обслуговування населення та розподіл обмежених бюджетних коштів на транспортну інфраструктуру.

1.5 Основні транспортні питання, характерні для сучасних міст

Сучасні міста стикаються з численними транспортними проблемами, які негативно впливають на якість життя мешканців та ефективність міської інфраструктури. У цьому підрозділі розглядаються основні транспортні проблеми, з якими стикаються міста сьогодні.

1.5.1 Затори та перевантаження на вулично-дорожній мережі міста

Однією з ключових транспортних проблем сучасних міст є затори та перевантаження вулично-дорожньої мережі, що виникають через перевищення транспортного попиту над пропускну здатністю доріг. Це призводить до уповільнення руху, зростання часу поїздок, підвищеного споживання палива, викидів шкідливих речовин і значних економічних втрат.

Затори мають складну природу: вони можуть різко виникати при досягненні критичної щільності потоку, поширюватися у вигляді "ударних хвиль" і зберігатися навіть після усунення початкової причини. Їх причинами є як структурні (недостатня пропускну здатність мережі, дисбаланс у розвитку територій, надмірна автомобілізація), так і операційні (ДТП, погодні умови, неефективна організація руху) та поведінкові фактори (низька дисципліна водіїв, ірраціональне використання транспорту) [4].

Проблема заторів характерна для міст різного розміру, хоча масштаби та локалізація заторів залежать від планувальної структури і рівня розвитку

транспортної інфраструктури. Основні негативні наслідки заторів включають економічні втрати, екологічне забруднення, зниження якості життя населення та негативний вплив на містобудівний розвиток.

Для оцінки масштабів проблеми необхідно збирати дані про інтенсивність руху, середню швидкість, щільність транспортного потоку, рівень автомобілізації, екологічні показники та показники економічних витрат.

1.5.2 Проблематика роботи громадського транспорту

Громадський транспорт є основою мобільності населення міст, однак його функціонування часто супроводжується проблемами, що знижують ефективність перевезень. Основними серед них є перевантаженість у години пік, нерегулярність руху, низька швидкість сполучення, недостатнє покриття міської території, зношений рухомий склад, слабка інтеграція різних видів транспорту та низька доступність для маломобільних груп населення. Ці проблеми ускладнюються обмеженими фінансовими ресурсами, відсутністю стратегічного планування, неефективним управлінням, слабким розвитком інфраструктури та використанням застарілих технологій. Соціально-економічні чинники, зокрема зростання автомобілізації та субурбанізація, також погіршують ситуацію, підвищуючи навантаження на дорожню мережу та зменшуючи рентабельність громадських перевезень.

В окремих містах характер і масштаб проблем можуть відрізнятися: у мегаполісах переважають питання перевантаження системи та високих витрат на інфраструктуру, у середніх містах — нерегулярність руху й потреба в оновленні рухомого складу, у малих — забезпечення базової доступності та економічної ефективності [7].

Наслідки неефективної роботи громадського транспорту проявляються у зниженні мобільності населення, зростанні транспортної нерівності, збільшенні

витрат часу та ресурсів, погіршенні екологічної ситуації та прискоренні процесів субурбанізації.

Для виявлення проблем та розроблення ефективних заходів поліпшення необхідно здійснювати аналіз операційних, економічних, інфраструктурних та соціальних показників, зокрема оцінювати пасажиропотік, регулярність руху, фінансові результати, технічний стан об'єктів і рівень доступності послуг для різних груп населення.

1.5.3 Проблеми планування транспортної інфраструктури

Планування транспортної інфраструктури — це комплексний процес визначення, проектування та реалізації системи транспортних споруд для забезпечення мобільності в міському середовищі. Ефективне планування повинно базуватись на довгостроковому баченні розвитку міста та враховувати потреби всіх категорій населення.

Ключові проблеми у цій сфері включають фрагментарність планування, короткострокове бачення та автомобілецентричний підхід. Особливо критичними є слабка інтеграція з містобудівним плануванням, недостатня увага до екологічних питань та обмежена доступність для маломобільних груп населення. Причини виникнення цих проблем мають інституційний характер (розділення відповідальності між відомствами), методологічний (застарілі підходи та інструменти аналізу), економічний (обмежене фінансування) та інформаційний (дефіцит якісних даних) [5].

Наслідки неефективного планування транспортної інфраструктури проявляються в різних сферах: економічній (неефективне використання ресурсів), екологічній (збільшення забруднення), соціальній (транспортна нерівність) та містобудівній (нераціональна структура землекористування).

Вирішення зазначених проблем потребує комплексного аналізу даних про попит на пересування, транспортну пропозицію, економічні показники та рівень задоволеності користувачів існуючою інфраструктурою.

1.5.4 Питання стійкої мобільності

Стійка мобільність представляє собою концепцію розвитку транспортної системи міста, що передбачає забезпечення ефективних, безпечних, доступних та екологічно чистих способів пересування з мінімальним негативним впливом на довкілля. Вона спрямована на досягнення розумного балансу між різними видами транспорту, з пріоритетом для екологічно чистих варіантів [31, с. 72-85].

Сучасні міста стикаються з низкою проблем у сфері стійкої мобільності, серед яких: надмірна автомобільна залежність, дисбаланс у розподілі міського простору, недостатній розвиток мультимодальності та бар'єри для активної мобільності. Критичним аспектом також виступає недостатня інтеграція транспортного та містобудівного планування.

Причини виникнення цих проблем можуть бути історичні (планування міст у період масової автомобілізації, спадок автомобільно-орієнтованої містобудівної політики), соціально-економічні (зростання доступності приватних автомобілів, їх статусність у суспільній свідомості, субурбанізація), інституційні (фрагментованість управління транспортною системою, відсутність комплексної стратегії розвитку) та технічні (технологічні обмеження екологічного транспорту, застарілі норми проектування).

Наслідки проблем стійкої мобільності проявляються у різних сферах: екологічній (забруднення повітря, шумове забруднення, викиди парникових газів), соціальній (проблеми транспортної справедливості, погіршення здоров'я населення), економічній (втрати від заторів, висока вартість транспортного

обслуговування) та містобудівній (домінування транспортної інфраструктури в міському ландшафті, зниження якості міського середовища).

Для аналізу проблем стійкої мобільності використовуються різноманітні дані: модальний розподіл переміщень, показники екологічного впливу транспорту, стан інфраструктури для різних видів мобільності, параметри транспортної доступності, характеристики використання міського простору та соціально-економічні індикатори. Особливу увагу також приділяють даним про розвиток "розумної" мобільності та нових транспортних сервісів.

1.5.5 Інформаційні проблеми та прозорість

Інформаційні проблеми та прозорість у транспортній системі міста охоплюють комплекс питань, пов'язаних із збором, обробкою та наданням даних про функціонування транспорту, а також забезпеченням відкритості процесів прийняття рішень щодо його розвитку. Ефективна інформаційна система є критично важливою для функціонування сучасного міського транспорту, оскільки забезпечує оптимізацію транспортних потоків, підвищує якість обслуговування та сприяє формуванню стійких транспортних моделей поведінки.

Основні аспекти проблематики включають обмежений доступ до інформації в реальному часі, фрагментарність інформаційних систем, низьку якість даних, непрозорість процесів прийняття рішень та слабкий зворотний зв'язок з користувачами. Технологічні причини (застаріла інфраструктура, відсутність систем моніторингу) поєднуються з організаційними (розподіл відповідальності між різними операторами, відсутність єдиних стандартів), економічними (недостатнє фінансування, висока вартість впровадження технологій) та культурними факторами (традиція закритості, низька цифрова грамотність).

Масштаб проблем варіюється залежно від розміру міста та рівня його технологічного розвитку. У великих містах критичними є складність інтеграції даних та координація численних операторів, у середніх – обмеженість ресурсів для впровадження сучасних технологій, у малих – відсутність базових інформаційних систем.

Наслідки інформаційних проблем проявляються у зниженні ефективності транспортної системи, погіршенні досвіду користувачів, економічних втратах через неоптимальне використання ресурсів та соціальному впливі у вигляді зниження довіри до транспортної системи. Для подолання цих проблем необхідно забезпечити збір та доступність ключових транспортних даних, включаючи інформацію про рух транспорту в реальному часі, маршрутну мережу, інфраструктуру, інциденти та зворотний зв'язок від користувачів.

1.5.6 Безпека дорожнього руху

Безпека дорожнього руху представляє собою комплекс заходів та умов, спрямованих на запобігання дорожньо-транспортним пригодам та мінімізацію їх наслідків. Це системне питання, що охоплює проектування дорожньої інфраструктури, організацію руху, поведінку учасників, технічний стан транспортних засобів та нормативно-правове регулювання.

Проблема характеризується високим рівнем аварійності, особливо на ділянках з інтенсивним рухом або за участю вразливих учасників, таких як пішоходи та велосипедисти. Ключові аспекти проблеми включають недостатню якість проектування та утримання дорожньої інфраструктури, дефіцит технічних засобів моніторингу порушень, відсутність системного підходу до виявлення та усунення небезпечних ділянок, а також низьку ефективність програм з підвищення культури дорожнього руху.

Причини виникнення проблем безпеки багатофакторні. Людський фактор проявляється через порушення правил, низький рівень водійської культури та недостатню підготовку. Інфраструктурні фактори включають недосконале проектування доріг, незадовільний стан покриття та недостатнє освітлення. Інституційні причини пов'язані зі слабкою координацією між відповідальними органами та обмеженим фінансуванням заходів безпеки. Технологічні фактори включають недостатнє впровадження сучасних систем моніторингу та застарілий парк транспортних засобів.

Проблема безпеки дорожнього руху має глобальний характер, але особливо гостро проявляється в країнах з перехідною економікою. За даними ВООЗ, щороку в світі понад 1,35 мільйона людей гинуть у ДТП [32]. У різних типах міст характер проблем безпеки проявляється по-різному: у мегаполісах – висока концентрація ДТП на магістралях, у середніх містах – проблеми на основних транспортних артеріях, у малих містах – невідповідність вулично-дорожньої мережі сучасним вимогам.

Наслідки проблем безпеки дорожнього руху охоплюють різні сфери міського життя. В економічному вимірі це прямі та непрямі збитки від ДТП. У соціальному аспекті спостерігається непропорційно високий рівень смертності серед малозабезпечених груп та обмеження мобільності вразливих груп населення. Для ефективного моніторингу та вирішення проблем безпеки необхідно збирати та аналізувати комплексні дані, включаючи статистику ДТП, індикатори поведінки учасників руху та показники стану інфраструктури.

1.5.7 Раціональне використання міського простору

Раціональне використання міського простору представляє собою стратегічний підхід до планування та розподілу обмежених територіальних ресурсів міста між різними функціями та користувачами. Даний аспект міського

розвитку спрямований на забезпечення збалансованого розвитку, підвищення якості життя та ефективного функціонування міських систем. Це питання безпосередньо стосується оптимізації розподілу міської території між транспортною інфраструктурою, житловою та комерційною забудовою, рекреаційними зонами та громадськими просторами.

Основні аспекти проблематики пов'язані з надмірним виділенням простору під автомобільну інфраструктуру, особливо паркування, що знижує загальну якість міського середовища, створює затори й обмежує розвиток громадських просторів. У центральних районах спостерігається нестача паркувальних місць і хаотичне паркування, що ускладнює рух транспорту та погіршує пішохідну доступність. Додатково ситуацію ускладнює конфлікт інтересів між різними користувачами міського простору, домінування транспортно-орієнтованого підходу в містобудуванні, неефективне монофункціональне використання міських поверхонь та відсутність комплексної стратегії управління паркувальним простором [33].

Причини виникнення проблем включають історичну спадщину автомобілеорієнтованого планування, економічні фактори (недооцінка вартості міського простору, лобіювання інтересів автомобільної та будівельної галузей, політика безкоштовного паркування), управлінські причини (відсутність інтегрованого підходу до планування транспорту та землекористування) та соціокультурні фактори (автомобільна залежність, низький рівень громадської участі в міському плануванні).

Проблема раціонального використання міського простору актуальна для більшості сучасних міст, але має різний характер залежно від їх розміру та специфіки. У великих мегаполісах та історичних центрах спостерігається гостра конкуренція за обмежений простір, у середніх містах – розростання міської

території та неефективне використання земель, у малих містах – дисбаланс між автомобілізацією та можливостями вулично-дорожньої мережі.

Наслідки нераціонального використання міського простору проявляються в економічній, екологічній, соціальній та містобудівній сферах. Економічні наслідки включають витрати на створення та утримання надлишкової транспортної інфраструктури, неефективне використання цінних земельних ресурсів та втрати через затори. Екологічні наслідки пов'язані зі збільшенням площі непроникних поверхонь, зменшенням зелених насаджень та формуванням "теплових островів". У соціальній сфері спостерігається нерівномірний доступ до якісних міських просторів та дискримінація немоторизованих учасників руху. Містобудівний розвиток характеризується субурбанізацією, формуванням монофункціональних районів та ускладненням реалізації концепції "15-хвилинного міста".

Для ефективного моніторингу та вирішення проблем раціонального використання міського простору необхідно збирати та аналізувати різноманітні дані, включаючи просторові та функціональні показники, паркувальні показники, показники використання громадського простору та відповідні економічні індикатори.

1.5.8 Екологічні проблеми міського транспорту

Екологічні проблеми міського транспорту представляють собою комплекс негативних впливів транспортних систем на навколишнє середовище та здоров'я населення. Ці впливи включають забруднення повітря, шумове забруднення, вібрацію, фрагментацію природних територій, утворення відходів та вклад у зміну клімату. Дане питання охоплює різноманітні аспекти взаємодії транспортної інфраструктури та транспортних засобів з міськими екосистемами,

а також пошук шляхів мінімізації цих впливів через впровадження принципів сталої мобільності.

Транспорт є одним із ключових джерел забруднення повітря в містах. Значні викиди від приватних автомобілів та застарілого громадського транспорту суттєво погіршують стан довкілля та здоров'я міського населення. Невідповідність транспортних засобів сучасним екологічним стандартам, домінування індивідуального автотранспорту з двигунами внутрішнього згоряння, відсутність ефективної системи моніторингу викидів та заторові ситуації додатково загострюють проблему.

Причини виникнення екологічних проблем транспорту мають комплексний характер. Технологічні фактори включають застарілий парк транспортних засобів та переважання автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння. Економічні причини пов'язані з високою вартістю екологічно чистих транспортних засобів та недостатнім економічним стимулюванням сталих видів транспорту. Інституційні фактори охоплюють недосконалість екологічного законодавства та слабкий контроль за дотриманням екологічних норм. Соціокультурні причини полягають у автомобільній залежності населення та низькій поінформованості про екологічні наслідки транспортних рішень.

Екологічні проблеми транспорту мають глобальний характер, але особливо гостро проявляються в міських агломераціях з високою щільністю населення та інтенсивним рухом. За даними ВООЗ, у містах транспорт відповідає за 25-70% забруднення повітря дрібнодисперсними частками [35]. У великих мегаполісах спостерігається концентрація забруднення в центральних районах та вздовж основних магістралей, у середніх містах виникають локальні екологічні проблеми на перехрестях, а в малих містах основним джерелом забруднення часто виступає транзитний транспорт.

Наслідки екологічних проблем транспорту проявляються у різних сферах. В економічному аспекті це додаткові витрати на охорону здоров'я, зниження привабливості забруднених районів та втрати продуктивності праці. Екологічні наслідки включають забруднення повітря шкідливими речовинами, утворення фотохімічного смогу та забруднення ґрунтів і водних об'єктів. У соціальній сфері спостерігається нерівномірний розподіл негативних наслідків транспортного забруднення та більший вплив на вразливі групи населення. Щодо якості життя, наслідки проявляються у збільшенні захворюваності на респіраторні та серцево-судинні захворювання, зниженні тривалості життя та погіршенні психологічного комфорту.

Для ефективного моніторингу та вирішення екологічних проблем міського транспорту необхідно збирати та аналізувати комплексні дані, включаючи показники забруднення, транспортних емісій, структурні показники та індикатори впливу на здоров'я населення.

1.6 Висновки до розділу 1

Проведений у розділі аналіз умов вирішення транспортних проблем міст, транспортного планування та моделювання, нормативно-правової бази, джерел та проблем збору вихідних даних, а також основних транспортних питань сучасних міст дозволяє сформулювати комплексне розуміння досліджуваної проблематики.

У результаті вивчення основних понять транспортного планування та моделювання встановлено, що ефективне функціонування транспортної системи міста неможливе без системного підходу, який передбачає комплексний аналіз взаємозв'язків між просторовим розвитком, інфраструктурою, видами транспорту та поведінкою користувачів. Визначено, що транспортне моделювання є потужним аналітичним інструментом для прогнозування та оцінки транспортних

рішень, а чотириетапна транспортна модель становить методологічну основу для стратегічного моделювання транспортних систем.

Аналіз нормативної документації та законодавчої бази щодо використання інформаційних технологій у транспортному плануванні виявив фрагментарність та недостатню деталізацію вітчизняних нормативів порівняно з міжнародними стандартами. Встановлено, що ключовими прогалинами є відсутність єдиних стандартів транспортного моделювання, недостатнє регулювання використання технологій Big Data та відсутність комплексного законодавства щодо інтелектуальних транспортних систем. Для подальшого розвитку нормативної бази необхідна розробка єдиних стандартів транспортного моделювання, впровадження технічних регламентів для компонентів ITS та стандартизація форматів даних.

Дослідження методів збору та аналізу транспортної інформації на різних стадіях проєктування показало, що кожна стадія вимагає відповідного рівня деталізації даних – від загальної оцінки транспортної доступності на етапі ТЕО до розроблення робочих креслень на стадії Р. Виявлено, що належна організація збору й опрацювання транспортної інформації безпосередньо впливає на якість, безпеку і ефективність майбутніх транспортних рішень.

Аналіз джерел та основних проблем збору вихідних транспортних даних засвідчив наявність низки специфічних викликів в українському контексті. Інституційна фрагментація, недостатня цифровізація, застарілість систем збору даних, обмежене використання сучасних технологій, фінансові обмеження та неповнота даних про приватних перевізників суттєво ускладнюють формування цілісної інформаційної бази для транспортного планування. Це вимагає розробки інтегрованого підходу до збору транспортних даних з урахуванням обмежених ресурсів українських міст.

Вивчення основних транспортних питань, характерних для сучасних міст, дозволило виявити комплексний і багатовимірний характер проблематики міської мобільності. Встановлено, що існуючі підходи до транспортного планування часто характеризуються фрагментарністю, автомобілецентричністю та недостатньою інтеграцією з містобудівними рішеннями. Причини виникнення транспортних проблем мають системний характер і охоплюють історичні, інституційні, методологічні, економічні та інформаційні аспекти. Наслідки невирішених транспортних проблем негативно впливають на економічний розвиток міст, екологічну ситуацію, соціальну рівність та якість міського середовища.

Таким чином, аналіз умов вирішення транспортних проблем міст свідчить про необхідність комплексного підходу до збору та аналізу транспортних даних з урахуванням стадійності проектування, специфіки проблематики та наявних ресурсних обмежень. Подальше дослідження має зосередитися на детальному розгляді традиційних та інноваційних методів збору й аналізу транспортних даних, а також оцінці їх ефективності для вирішення конкретних транспортних проблем українських міст.

2 МЕТОДИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНИХ ДАНИХ

Ефективне планування та управління транспортними системами міста базується на якісних і достовірних даних. Вивчення методів збору та аналізу транспортної інформації є ключовим етапом у процесі оптимізації транспортної інфраструктури, підвищення мобільності населення та зменшення негативного впливу транспорту на довкілля.

Цей розділ розглядає традиційні та інноваційні підходи до збору транспортних даних, а також методи їх обробки й аналізу для формування обґрунтованих рішень щодо транспортних проблем у міському середовищі.

2.1 Методи збору транспортних даних

2.1.1 Традиційні методи збору транспортних даних

Традиційні методи збору транспортних даних формують фундаментальну базу для транспортних досліджень, незважаючи на розвиток новітніх технологій. Вони характеризуються безпосереднім залученням фахівців до процесу збору даних та переважно ручним характером фіксації параметрів транспортних потоків, забезпечуючи детальну інформацію про динаміку руху та якісні параметри функціонування транспортної системи [35, с.112-124].

2.1.1.1 Польові обстеження, підрахунки та хронометраж

Польові обстеження є одним із фундаментальних традиційних методів збору первинних транспортних даних, який забезпечує безпосереднє спостереження та фіксацію транспортних процесів у реальному часі.

Ручний підрахунок транспортних засобів здійснюється спостерігачами, які фіксують кількість та типи транспортних засобів у визначених локаціях. На перехрестях підрахунок проводиться з урахуванням напрямків руху, а на ділянках вулично-дорожньої мережі - через перетин дороги за одиницю часу. Метод

дозволяє визначити інтенсивність руху, структуру транспортного потоку та завантаженість дорожньої мережі [36, с. 218-225].

Облік пасажиропотоків передбачає фіксацію кількості пасажирів на зупинках громадського транспорту. Процес може виконуватися обліковцями на зупинках або в транспортних засобах, за допомогою портативних лічильників або спеціальних мобільних додатків. Цей метод дозволяє визначити попит на маршрути, виявити пікові години завантаженості та аналізувати ефективність маршрутної мережі [37, с.56-72].

Вимірювання часу проїзду здійснюється методом хронометражу - фіксації витрат часу на проїзд визначеними маршрутами. Використовуються методи "плаваючого автомобіля", GPS-трекери або залучення пасажирів-обліковців. Отримані дані застосовуються для порівняльного аналізу швидкості сполучення різними видами транспорту [38, с.87-93].

Фіксація заторів і проблемних ділянок включає визначення місць утворення транспортних заторів, їх тривалості та причин. Це дозволяє ідентифікувати проблемні місця транспортної системи для подальшого аналізу [36, с.235-246]. Спостереження за пішохідними потоками включає підрахунок кількості пішоходів, визначення основних траєкторій їх руху та взаємодії з транспортними потоками для проектування пішохідної інфраструктури [38, с.112-118].

2.1.1.2 Анкетування та соціологічні опитування

Анкетування та соціологічні опитування є важливими традиційними методами збору транспортних даних, які дозволяють отримати інформацію про транспортну поведінку населення, переваги щодо вибору видів транспорту, суб'єктивне сприйняття якості транспортного обслуговування та мотивацію прийняття рішень при здійсненні переміщень.

Опитування домогосподарств щодо транспортної поведінки передбачає заповнення респондентами анкет про щоденні поїздки. Збираються дані про

кількість, цілі, час, маршрути та види транспорту, які використовуються членами домогосподарства. Отримані дані дозволяють формувати матриці кореспонденцій та аналізувати транспортний попит [39, с.367-381].

Інтерв'ю з пасажирями громадського транспорту проводяться на зупинках або в транспортних засобах для отримання інформації про початкову та кінцеву точки поїздки, причини вибору маршруту та задоволеність якістю обслуговування [40, с.145-162].

Онлайн-опитування виконуються за допомогою інтернет-платформ, що дозволяє швидко охопити значну кількість респондентів з автоматичною обробкою результатів. Цей метод ефективний для збору даних про ставлення до транспортних проєктів та оцінки задоволеності послугами [41, с.15-26].

Соціологічні дослідження серед користувачів можуть поєднувати різні методи збору даних для виявлення потреб різних соціальних груп, бар'єрів мобільності та факторів, що впливають на вибір транспорту [40, с.372-378].

2.1.1.3 Аналіз документації та картографічні методи

Аналіз документації та картографічні методи представляють собою важливі традиційні підходи до збору транспортних даних, які дозволяють отримати комплексну інформацію про стан транспортної системи на основі наявних документів, звітів, карт та технічної документації.

Аналіз транспортної документації охоплює роботу з розкладами руху, звітами про виконання транспортної роботи, статистикою пасажирообігу та обсягами перевезень. Вивчення нормативних документів та стратегічних планів розвитку транспорту дозволяє визначити правові рамки та пріоритети транспортної політики міста [42, с.85-97].

Картографічний аналіз передбачає роботу з картами, схемами вулично-дорожньої мережі та маршрутів громадського транспорту для аналізу топології мережі та зв'язності районів міста. Важливу роль відіграє вивчення містобудівної

документації, що містить інформацію про заплановані транспортні коридори [43, с.143-156].

Інвентаризація елементів дорожньої мережі включає облік доріг, їх технічних параметрів, типу покриття та стану. Цей процес супроводжується створенням технічних паспортів вулиць, які містять детальну інформацію про їх геометрію та характеристики [44, с.218-235].

Облік дорожніх знаків та елементів організації руху дозволяє оцінити якість організації дорожнього руху та виявити потенційні проблеми безпеки [42, с.112-118].

2.1.2 Сучасні та інтелектуальні методи збору транспортних даних

Сучасні методи збору транспортних даних представляють новий етап у розвитку транспортної аналітики, що базується на використанні автоматизованих систем та комп'ютерних алгоритмів. Вони забезпечують отримання даних у режимі реального часу, охоплюють значні території та обробляють великі масиви інформації з мінімальним залученням людських ресурсів.

2.1.2.1 Стаціонарні системи збору даних

Стаціонарні системи збору транспортних даних представляють собою комплекс спеціалізованого обладнання, що встановлюється на постійній основі в ключових точках транспортної мережі для безперервного моніторингу параметрів транспортного потоку. Такі системи забезпечують регулярний збір даних про інтенсивність, швидкість, склад транспортного потоку та інші важливі характеристики з високою точністю та надійністю.

Індуктивні петлі та вбудовані датчики інтегруються в дорожнє покриття для реєстрації змін електромагнітного поля при проїзді транспортних засобів. Сучасні системи здатні підраховувати кількість транспортних засобів, визначати їх клас, вимірювати швидкість руху та відстань між автомобілями. Додатково

застосовуються п'єзоелектричні та тензометричні датчики для вимірювання ваги транспортних засобів [44, с.118-135].

Радари, LIDAR та дистанційні датчики встановлюються над дорогою або на узбіччі для безконтактного моніторингу. Доплерівські радари аналізують відбиття мікрохвильових сигналів від рухомих об'єктів, а LIDAR використовує лазерні імпульси для створення тривимірних карт транспортної сцени. Ці технології зберігають працездатність у різних погодних умовах [46, с.45-62].

Відеоспостереження з автоматизованим аналізом відео використовує алгоритми комп'ютерного зору для виявлення, відстеження та класифікації транспортних засобів. Технології розпізнавання номерних знаків дозволяють ідентифікувати транспортні засоби та розраховувати матриці кореспонденцій. Відеоаналітика забезпечує моніторинг завантаженості перехресть, формування черг та дотримання правил паркування [47, с.33-48].

Акустичні сенсори реєструють звукові хвилі, генеровані транспортними засобами під час руху, та аналізують їхні характеристики для визначення типу транспортного засобу та швидкості руху. Радіолокаційні системи використовують радіохвилі для виявлення об'єктів та вимірювання відстані до них, що дозволяє здійснювати моніторинг на великих ділянках мережі [48, с.156-172].

Метеорологічні датчики встановлюються вздовж транспортних маршрутів для вимірювання температури, вологості, опадів та видимості. Дорожні метеостанції виявляють ожеледицю, снігові заноси та інші погодні явища, що впливають на транспортний рух [46, с.78-86].

2.1.2.2 Мобільні системи збору даних

Мобільні системи збору транспортних даних представляють собою технологічні рішення, що встановлюються на рухомих об'єктах або використовують переміщувані платформи для здійснення моніторингу. На відміну від стаціонарних систем, мобільні засоби забезпечують динамічний збір

даних у різних точках транспортної мережі, що дозволяє отримувати інформацію на значно більших територіях та виявляти просторові закономірності транспортних процесів.

GPS-трекінг транспортних засобів використовує супутникову систему для визначення координат, швидкості та напрямку руху. GPS-трекери встановлюються на громадському транспорті, комерційних автомобілях та службовій техніці. Аналіз треків дозволяє визначати фактичні маршрути, швидкісні режими та затримки [49, с.568-583].

Аерозйомка та безпілотні літальні апарати забезпечують моніторинг транспортної мережі з повітря. Дрони обладнуються камерами та сенсорами для фіксації ситуації на значних ділянках, включаючи складні розв'язки та магістралі. Технології особливо ефективні для збору даних під час масових заходів та у важкодоступних районах [50, с.541-550].

Плаваючі автомобілі - спеціальні транспортні засоби, обладнані комплексом вимірювальних приладів, що рухаються в потоці для вимірювання параметрів "зсередини". Вони фіксують характеристики потоку, дорожньої інфраструктури та екологічні параметри транспортного процесу [51, с.607-635]. Супутниковий моніторинг використовує знімки високої роздільної здатності для відстеження змін у транспортній інфраструктурі. Спеціалізовані системи застосовують радарну інтерферометрію для моніторингу стану доріг та мостів, виявляючи міліметрові зміщення поверхні [50, с.545-547].

2.1.2.3 Бездротові технології збору транспортних даних

Бездротові технології збору транспортних даних становлять важливий елемент сучасних систем моніторингу, що забезпечує оперативне отримання та передачу інформації про транспортні процеси без необхідності створення складної кабельної інфраструктури. Ці технології дозволяють формувати мережі

збору даних з високою щільністю та покриттям, а також забезпечують мобільність та швидке розгортання систем моніторингу.

Мобільні дані та навігаційні системи (Google Maps, Waze, TomTom) збирають анонімізовані дані про переміщення користувачів, швидкість руху та затримки. Агреговані дані дозволяють створювати актуальні карти завантаженості доріг та визначати типові маршрути [52, с.19-27].

Bluetooth та Wi-Fi детектори відстежують переміщення через виявлення унікальних ідентифікаторів пристроїв. Розміщуючи мережу детекторів у ключових точках, можна відстежувати час проходження між точками, маршрути переміщення та загальні патерни мобільності [53, с.60-68].

RFID-системи застосовуються для автоматичної ідентифікації транспортних засобів через радіочастотні мітки. Зчитувачі, розміщені в ключових точках, реєструють проїзд транспортного засобу. Технологія застосовується в системах електронної оплати проїзду та контролю доступу до обмежених зон [54, с.143-153].

Технології V2X (Vehicle-to-Everything) забезпечують комунікацію між транспортними засобами та елементами інфраструктури. V2X включає взаємодію транспортних засобів між собою (V2V), з інфраструктурою (V2I), з пішоходами (V2P) та мережами (V2N). Транспортні засоби передають дані про місцезнаходження, швидкість та інші параметри, формуючи детальну картину транспортної ситуації [52, с.22-25].

2.1.2.4 Транспортна телематика та Інтернет речей (IoT)

Транспортна телематика та Інтернет речей представляють передові технологічні підходи до збору даних, що базуються на інтеграції вбудованих обчислювальних систем, сенсорів, програмного забезпечення та бездротових комунікацій. Ці технології забезпечують всебічний моніторинг транспортних

засобів, інфраструктури та їх взаємодії для формування комплексної інформаційної бази транспортних процесів [55, с.28-36].

Бортові діагностичні системи (OBD) забезпечують доступ до технічних параметрів транспортних засобів через діагностичні порти. Телематичні пристрої передають дані про швидкість двигуна, витрати палива, стан систем безпеки та інші параметри для моніторингу технічного стану та аналізу енергоефективності. Системи моніторингу поведінки водія фіксують параметри керування транспортним засобом через датчики прискорення, гіроскопи та камери. Аналіз даних виявляє стиль водіння, потенційно небезпечні маневри та фактори ризику, дозволяючи формувати рекомендації щодо підвищення безпеки [56, с.29].

Мережі сенсорів в інфраструктурі формують розподілену систему збору даних на дорогах, мостах, тунелях та зупинках. Безпроводні сенсорні мережі включають датчики вібрації, деформації, температури та інших параметрів, забезпечуючи моніторинг стану інфраструктури [57, с.22-32].

Інтеграція IoT-пристроїв створює єдине інформаційне середовище, що поєднує підключені транспортні засоби, інтелектуальні зупинки, розумні світлофори та інші елементи. Технології базуються на концепції цифрового двійника, що створює віртуальну модель транспортної системи в реальному часі [58, с.47-54].

2.1.2.5 Компоненти інтелектуальних транспортних систем (ITS)

Компоненти інтелектуальних транспортних систем представляють інтегровані рішення, що забезпечують автоматизацію управління транспортними процесами на основі зібраних даних. На відміну від загальних технологій Інтернету речей, ці компоненти спеціально розроблені для вирішення транспортних завдань та оптимізації міської мобільності.

Системи управління дорожнім рухом функціонують як координаційні центри, що обробляють дані з різних джерел та генерують управлінські рішення.

Вони координують роботу світлофорів, інформаційних табло та інших пристроїв, прогножуючи розвиток транспортної ситуації [59, с.18-24].

Смарт-зупинки та інтелектуальні світлофори функціонують як локальні вузли управління. Смарт-зупинки надають пасажиром актуальні дані про прибуття транспорту, а інтелектуальні світлофори реалізують адаптивні алгоритми регулювання з урахуванням інтенсивності руху [60, с.4-12].

Електронні квитки та смарт-карти забезпечують цифровізацію взаємодії пасажирів з транспортною системою та створюють інформаційну базу про пасажирські переміщення. Системи підтримують різні тарифні моделі та дозволяють відстежувати повний маршрут пасажиром [61, с.1206-1211].

Автоматизований збір оплати за проїзд об'єднує термінали оплати, валідатори та мобільні додатки в єдину розрахункову платформу. Система формує детальну інформацію про часові та просторові характеристики користування транспортом [62, с.36-45].

2.1.2.6 Колективні та соціальні методи збору даних

Колективні та соціальні методи збору транспортних даних представляють інноваційний підхід, що базується на залученні широкого кола користувачів транспортної системи до процесу створення інформаційної бази. Ці методи дозволяють отримувати актуальні дані про транспортну ситуацію безпосередньо від учасників дорожнього руху, пасажирів та міських жителів.

Краудсорсингові платформи забезпечують збір даних на основі добровільної участі користувачів. Додатки типу Waze, Ушахіді, FixMyStreet дозволяють повідомляти про дорожні події, затори та проблеми в роботі транспорту, використовуючи елементи гейміфікації для стимулювання участі [63, с.1-8].

Дані з соціальних мереж містять інформацію про транспортні процеси з геомітками. Аналіз здійснюється за допомогою методів обробки природної мови

та машинного навчання для виявлення повідомлень про транспортні події та оцінки суспільного сприйняття [64, с.1-20].

Дані мобільних операторів дозволяють аналізувати масові переміщення населення через фіксацію підключень до базових станцій. Анонізовані дані формують матриці кореспонденцій між районами та виявляють точки тяжіння на основі переміщень мільйонів абонентів [65, с.52-64].

Громадська участь у зборі даних реалізується через ініціативи міських адміністрацій та громадських об'єднань. Мешканці залучаються до підрахунку пасажирів, спостереження за потоками та оцінки якості інфраструктури через партисипативні методи дослідження [66, с.196-201].

2.2 Методи аналізу транспортних даних

2.2.1 Статистичний аналіз

Статистичний аналіз формує основу кількісної обробки транспортних даних, забезпечуючи математичний апарат для виявлення закономірностей та характеристик транспортної системи.

Описова статистика транспортних потоків застосовується для систематизації первинних даних через розрахунок центральних тенденцій (середнє, медіана, мода) та показників варіації (стандартне відхилення, дисперсія). Це дозволяє кількісно охарактеризувати інтенсивність руху, швидкість потоку та щільність транспорту [67, с.58-79].

Регресійний аналіз встановлює функціональні залежності між параметрами транспортної системи. Лінійна регресія моделює взаємозв'язки між показниками та факторами впливу, а множинна регресія враховує вплив декількох змінних, наприклад, погодних умов і дня тижня на інтенсивність руху.

Кореляційний аналіз вимірює силу зв'язку між змінними транспортної системи. Коефіцієнт Пірсона використовується для лінійних залежностей, а

рангові коефіцієнти Спірмена або Кендалла – для нелінійних, дозволяючи виявити взаємозалежності між різними параметрами руху.

Аналіз часових рядів фокусується на динамічних аспектах транспортних даних. Декомпозиція часових рядів виділяє тренд, сезонну та циклічну компоненти. ARIMA-моделі використовуються для прогнозування транспортних потоків з урахуванням сезонності.

Гіпотетичне тестування забезпечує статистичну надійність висновків. t-тести, F-тести та непараметричні тести перевіряють значущість відмінностей між групами даних, наприклад, для порівняння показників до та після впровадження нових заходів.

2.2.2 Транспортне моделювання

Макроскопічні моделі відтворюють транспортні потоки як суцільне середовище, аналогічно до гідродинамічних процесів. Вони оперують агрегованими характеристиками: щільністю потоку, інтенсивністю та швидкістю. Фундаментальне рівняння $q = k \times v$ (де q – інтенсивність, k – щільність, v – швидкість) є основою для моделей Лайтхілла-Уізема-Річардса (LWR) та Папагеоргіу (METANET) [68, с.118-135].

Мікроскопічні моделі розглядають рух індивідуальних транспортних засобів та їх взаємодію. Вони включають:

1. моделі слідування за лідером (car-following), що визначають прискорення відносно попереднього автомобіля;
2. моделі зміни смуги (lane-changing), що описують процес перелаштування;
3. моделі прийняття рішень на перехрестях.

Мезоскопічні моделі поєднують переваги обох підходів, розглядаючи групи транспортних засобів (платуни) або оперуючи статистичними характеристиками. Популярними є моделі на основі клітинних автоматів та кінетичні моделі.

Чотириступенева модель транспортного планування, детально описана в розділі 1.1.2.1, є найпоширенішим підходом до стратегічного моделювання міських та регіональних транспортних систем. На практиці реалізація цієї моделі вимагає:

1. Розробки системи транспортних районів та їх характеристик (населення, робочі місця, об'єкти тяжіння);
2. Створення детальної геометрії транспортної мережі з параметрами пропускної здатності, швидкісних режимів та обмежень;
3. Калібрування коефіцієнтів продукування та поглинання поїздок, матриць опору між районами та функцій корисності для вибору виду транспорту.

Програмне забезпечення для моделювання включає PTV Visum для макромоделювання, PTV Vissim для мікромоделювання, Aimsun для інтегрованого багаторівневого моделювання, SUMO як відкрите рішення для мікроскопічного моделювання, TransCAD та Cube як ГІС-орієнтовані платформи, та MATSim для агентного моделювання.

2.2.3 Геопросторовий аналіз (на основі ГІС)

Геопросторовий аналіз досліджує транспортні дані з урахуванням їх просторової складової через географічні інформаційні системи (ГІС).

Картографування інтенсивності потоків відображає просторовий розподіл транспортних потоків на мережі через тематичні карти, де інтенсивність руху позначається товщиною ліній або кольоровими градієнтами [69, с.30-42].

Просторова кластеризація виявляє групування транспортних даних у просторі. Методи як DBSCAN ідентифікують зони з високою концентрацією транспортної активності, транспортні вузли та основні коридори руху. Аналіз зон обслуговування визначає території, доступні за певний час від заданих об'єктів (зупинок, станцій метро) через буферні зони або мережевий аналіз.

Мережевий аналіз включає:

1. Аналіз найкоротших шляхів для визначення оптимальних маршрутів
2. Аналіз доступності для оцінки легкості досягнення точок мережі
3. Аналіз центральності для виявлення ключових вузлів та сегментів

Гравітаційні моделі моделюють просторові взаємодії між зонами на основі їх "маси" (населення, робочі місця) та відстані між ними. Space Syntax досліджує конфігураційні властивості вуличного простору та їх вплив на транспортні потоки через аналіз інтеграції, зв'язності та глибини просторової мережі. Ізохронний аналіз візуалізує території, доступні з певної точки за заданий час з використанням різних видів транспорту [70, с.198-209].

2.2.4 Методи машинного навчання та штучного інтелекту

Методи машинного навчання та штучного інтелекту дозволяють виявляти складні взаємозв'язки у транспортних даних, формувати прогностичні моделі та класифікувати транспортні ситуації.

Алгоритми прогнозування транспортних потоків забезпечують передбачення інтенсивності руху. Random Forest поєднує множину дерев рішень для прогнозування завантаженості з урахуванням часу доби та погодних умов. XGBoost (Extreme Gradient Boosting) забезпечує високу точність короткострокових прогнозів, критичних для адаптивного управління [71, с.3-19]. Кластерний аналіз сегментує транспортні дані для виявлення природних груп. K-means групує спостереження за принципом мінімізації внутрішньокластерної дисперсії, а DBSCAN визначає кластери на основі щільності даних для ідентифікації зон підвищеної активності.

Нейронні мережі моделюють складні транспортні процеси. Багатошарові перцептрони ефективні для прогнозування з нелінійними залежностями,

згорткові мережі – для аналізу просторово-розподілених даних, а рекурентні мережі LSTM і GRU – для аналізу часових рядів.

Класифікація транспортних ситуацій категоризує стани транспортної системи. Алгоритми Support Vector Machines та Random Forest визначають рівень обслуговування ділянок мережі, категоризують завантаженість та передбачають ризик заторів.

Аналіз аномалій виявляє нетипові ситуації у транспортній системі. Алгоритми One-Class SVM, Isolation Forest та автоенкодера ідентифікують аномальні паттерни руху, що можуть вказувати на ДТП або технічні несправності.

2.2.5 Аналіз великих транспортних даних (Big Data)

Аналіз великих транспортних даних обробляє масиви інформації, що характеризуються високим обсягом, швидкістю надходження та різноманітністю форматів.

Обробка даних у реальному часі аналізує транспортні параметри безпосередньо в момент їх надходження. Поточкова обробка забезпечує миттєвий аналіз інформації з датчиків трафіку та GPS-треків через технології Apache Kafka і Spark Streaming для виявлення аномалій та адаптивного керування [72, с.309-320].

Візуалізація великих обсягів даних перетворює числові масиви на візуальні патерни. Методи агрегації та спрощення даних створюють інтерактивні теплові карти інтенсивності руху та діаграми завантаженості через технології D3.js, Plotly та Tableau.

Інтеграція даних з різних джерел об'єднує гетерогенну інформацію в єдину аналітичну платформу. Методи ETL (Extract, Transform, Load) забезпечують

обробку даних з різних джерел, а технології озер даних дозволяють зберігати різномірні дані у початковому форматі.

Виявлення прихованих закономірностей здійснюється через алгоритми асоціативного аналізу, вейвлет-перетворення для часових рядів та методи топологічного аналізу даних.

Використання API комерційних сервісів (TomTom Traffic, Here Technologies, Waze) розширює можливості аналізу через доступ до агрегованих даних про рух транспорту, зібраних мільйонами користувачів.

2.2.6 Калібрування та валідація моделей

Калібрування та валідація забезпечують відповідність моделей реальним транспортним процесам та надійність результатів.

Підходи до калібрування параметрів налаштовують моделі для максимальної відповідності спостережуваним даним. Процес включає ітеративне коригування параметрів продукування поїздок, розподілу за видами транспорту та характеристик поведінки водіїв через ручне коригування, генетичні алгоритми або байєсівське оцінювання [73, с.347-356].

Порівняння модельних і фактичних результатів базується на зіставленні вихідних даних моделі з незалежно зібраними емпіричними даними щодо інтенсивності руху, матриць кореспонденцій та часу подорожі.

Методи перевірки точності включають:

1. Середню абсолютну похибку (MAE) для вимірювання середнього відхилення
2. Середньоквадратичну похибку (RMSE), що надає більшої ваги великим відхиленням
3. Коефіцієнт Тейла для нормалізації похибки та порівняння різних моделей

Валідація поведінкових моделей оцінює здатність моделі відтворювати процеси прийняття рішень користувачами через опитування про переваги, спостереження за поведінкою та експерименти з вибором.

Аналіз чутливості моделей визначає, як зміни вхідних параметрів впливають на результати через локальний аналіз (вплив змін одного параметра) та глобальний аналіз (взаємодія різних параметрів).

Сценарний аналіз перевіряє здатність моделі відображати різні умови через моделювання історичних ситуацій, екстремальних умов та варіантів розвитку транспортної системи.

2.3 Висновки до розділу 2

Розділ 2 представляє комплексний огляд методів збору та аналізу транспортних даних, що формують інформаційно-аналітичну основу сучасного транспортного планування та управління міською мобільністю.

Висвітлені методи збору даних демонструють еволюцію від традиційних підходів, що базуються на безпосередньому спостереженні та документуванні, до високотехнологічних автоматизованих систем, що забезпечують безперервний моніторинг транспортних процесів у режимі реального часу. Така еволюція відображає загальну тенденцію до цифровізації та інтелектуалізації транспортних систем, що дозволяє суттєво розширити обсяги зібраних даних, покращити їх точність та актуальність.

Методи аналізу транспортних даних охоплюють широкий спектр підходів – від фундаментальних статистичних методів до прогресивних технологій штучного інтелекту та обробки великих даних. Ця різноманітність відображає багатовимірність транспортних процесів та необхідність їх всебічного дослідження для обґрунтованого прийняття рішень.

Інтеграція систем збору та методів аналізу даних дозволяє формувати замкнений цикл управління транспортними системами: від отримання первинної інформації про транспортні потоки до прийняття оперативних та стратегічних рішень, спрямованих на оптимізацію функціонування транспортної інфраструктури. Сучасні інтелектуальні транспортні системи реалізують цей цикл з мінімальними часовими затримками, що забезпечує проактивність управління та швидку адаптацію до змінних умов.

Ефективність вирішення транспортних проблем міст безпосередньо залежить від якості доступних даних та адекватності методів їх аналізу. Впровадження інноваційних технологій збору даних та прогресивних аналітичних підходів є важливою передумовою для оптимізації транспортних систем, підвищення їх ефективності, безпеки та екологічності.

Описані в розділі методи формують методологічну основу для практичної реалізації процесів транспортного планування та управління в сучасних містах, забезпечуючи обґрунтованість та ефективність прийнятих рішень у сфері розвитку транспортної інфраструктури та організації міської мобільності.

РОЗДІЛ 3 ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ТРАНСПОРТНИХ ДАНИХ

Теоретичне осмислення методів збору та аналізу транспортних даних, розглянуте в попередньому розділі, потребує практичної контекстуалізації через вивчення їх реального застосування. Дослідження практичного досвіду впровадження різних підходів до збору та аналізу транспортних даних дозволяє оцінити їх ефективність, виявити особливості адаптації до різних умов та визначити перспективні напрями розвитку.

Вивчення зарубіжного досвіду є особливо цінним для України, оскільки дає можливість скористатися вже напрацьованими рішеннями та уникнути помилок, з якими стикалися інші країни. Водночас аналіз вітчизняних практик дозволяє врахувати локальний контекст, інституційні особливості та наявні ресурсні обмеження, що є критично важливим для формування реалістичних рекомендацій.

Структура даного розділу побудована за тематичним принципом, що дає можливість безпосередньо зіставити підходи до вирішення аналогічних завдань у різних контекстах. Такий підхід забезпечує системність аналізу та дозволяє прослідкувати специфіку застосування методів, описаних у розділі 2, у реальних умовах різних міст світу та України.

3.1 Зарубіжний досвід збору та аналізу транспортних даних

3.1.1 Системи збору даних про дорожній рух та транспортні потоки

Провідні міста світу впроваджують комплексні системи збору даних про дорожній рух для оптимізації управління транспортною інфраструктурою та підвищення ефективності прийняття рішень. Ці системи відрізняються за технологічними рішеннями, масштабами охоплення та рівнем інтеграції.

Стаціонарні системи моніторингу формують основу інформаційного забезпечення транспортного планування в багатьох мегаполісах. Лондонська система SCOOT (Split Cycle Offset Optimization Technique) включає понад 4,500 детекторів транспорту, інтегрованих з адаптивною системою світлофорного регулювання. Ця мережа забезпечує збір даних у реальному часі та автоматичне коригування сигнальних планів, що дозволило зменшити затримки транспорту на 12-20% порівняно з фіксованими налаштуваннями світлофорів [74, с.45-47].

У Токіо функціонує одна з найбільш щільних мереж стаціонарних датчиків JARTIC (Japan Road Traffic Information Center), яка охоплює понад 20,000 пунктів моніторингу. Система поєднує індуктивні петлі, радары та інфрачервоні детектори, що забезпечує високу точність даних навіть за умов надзвичайно інтенсивних транспортних потоків. Унікальною особливістю є інтеграція з системами раннього оповіщення про стихійні лиха [75, с.12-18].

Мобільні системи збору даних доповнюють стаціонарну інфраструктуру та забезпечують гнучкість у покритті різних ділянок транспортної мережі. Сінгапур впровадив інноваційний підхід, обладнавши всі 15,000 таксі міста датчиками GPS, які передають дані про місцезнаходження кожні 30 секунд. Ця система забезпечує динамічне картографування заторів та дозволяє здійснювати моніторинг швидкості потоку на всіх основних артеріях міста без додаткового встановлення стаціонарних датчиків [76, с.56-59].

Відеоаналітика та комп'ютерний зір становлять передовий напрям розвитку систем моніторингу. Мельбурн розробив систему SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System), що включає відеодетекцію для адаптивного управління світлофорами. Особливістю австралійського підходу є використання алгоритмів глибокого навчання для класифікації транспортних засобів та точного визначення інтенсивності потоків різних типів транспорту [77, с.103-110].

Сан-Франциско впровадив програму SFpark, яка використовує відеоаналітику для моніторингу завантаженості паркувальних місць. Система визначає рівень зайнятості з точністю до 95% та автоматично коригує тарифи в залежності від попиту, що зменшило час пошуку паркомісць на 43% [78, с.15-21]. Датчики та сенсорні мережі дозволяють отримувати детальні дані з різних елементів транспортної мережі. Барселона в рамках програми Smart City розгорнула мережу з понад 3,000 розумних датчиків на вулицях міста. Ці пристрої вимірюють не лише інтенсивність транспортного потоку, але й рівень шуму, якість повітря та інші параметри міського середовища, забезпечуючи комплексний підхід до управління мобільністю [79, с.34-42].

Амстердам впровадив мережу бездротових сенсорів для моніторингу велосипедного руху. Понад 300 сенсорів, вбудованих у велосипедні доріжки, фіксують інтенсивність велосипедного потоку та напрями руху. Дані використовуються для оптимізації мережі велосипедних доріжок та планування нової інфраструктури, що сприяло зростанню частки велосипедних поїздок до 36% від усіх переміщень у місті [80, с.67-75].

Зарубіжний досвід демонструє тенденцію до інтеграції різнотипних систем моніторингу в єдині інформаційні комплекси, що забезпечують повне покриття транспортної мережі та високу точність даних для ефективного управління міською мобільністю.

3.1.2 Моніторинг громадського транспорту та пасажиропотоків

Розвинені міста світу впроваджують комплексні системи моніторингу громадського транспорту для підвищення якості обслуговування пасажирів, оптимізації маршрутної мережі та ефективного розподілу ресурсів. Передові технології збору даних дозволяють отримувати точну інформацію про пасажиропотоки та роботу транспортних засобів.

Автоматизовані системи підрахунку пасажирів впроваджені в багатьох містах для точного визначення завантаженості транспорту. Transport for London (TfL) обладнав автобусний парк інфрачервоними сенсорами, які підраховують кількість пасажирів, що входять та виходять на кожній зупинці. Система має точність понад 97% і надає дані про розподіл пасажиропотоків за часом доби та днями тижня. Це дозволило TfL оптимізувати маршрутну мережу та скоротити експлуатаційні витрати на 7% при збереженні рівня обслуговування [81, с.28-35].

GPS-моніторинг руху громадського транспорту забезпечує точну інформацію про місцезнаходження та швидкість транспортних засобів. Віденська система Wiener Linien використовує GPS-трекери на всіх 450 трамваях і 400 автобусах для моніторингу руху в реальному часі. Дані передаються кожні 20 секунд до центральної диспетчерської системи, що забезпечує контроль дотримання розкладу з точністю до 30 секунд. Система також автоматично визначає відхилення від графіку та потенційні затримки, що дозволило зменшити непунктуальність на 22% [82, с.56-63].

Електронні системи оплати проїзду стали важливим джерелом даних про переміщення пасажирів. Сеульська смарт-карта T-money використовується для 97% всіх поїздок громадським транспортом, генеруючи понад 30 мільйонів транзакцій щодня. Система фіксує точки посадки та висадки, що дозволяє створювати детальні матриці кореспонденцій. Аналіз цих даних дозволив реструктурувати маршрутну мережу міста, збільшивши рівень використання громадського транспорту на 15% протягом п'яти років [83, с.112-120].

Інтегровані системи управління громадським транспортом поєднують різні джерела даних для комплексної оптимізації. Цюрихська транспортна компанія ZVV впровадила інтегровану систему, що поєднує моніторинг руху транспорту, підрахунок пасажирів та управління інцидентами. Унікальною особливістю є система "гарантованих пересадок" — автобуси та трамваї координують свій рух

для забезпечення пересадок навіть у разі невеликих затримок. Це підвищило надійність системи та збільшило частку громадського транспорту в загальному обсязі переміщень до 65% [84, с.89-95].

Зарубіжний досвід свідчить про тенденцію до інтеграції різних систем моніторингу громадського транспорту та використання аналітичних інструментів для оптимізації транспортного обслуговування на основі фактичних даних про пасажиропотоки та роботу транспортних засобів.

3.1.3 Аналіз мобільності населення та мультимодальних переміщень

Провідні міста світу розширюють спектр методів дослідження переміщень населення, виходячи за межі простого моніторингу окремих видів транспорту до комплексного аналізу транспортної поведінки та мультимодальних ланцюжків.

Використання даних мобільних операторів стало важливим інструментом для аналізу переміщень на міському та регіональному рівнях. Таллінн (Естонія) реалізував проєкт із використанням анонімізованих даних мобільних операторів для вивчення транспортних потоків. Система аналізує понад 300 мільйонів записів щоденно, визначаючи місця проживання, роботи та активності мешканців з точністю до 500 метрів. На основі цих даних було оптимізовано маршрутну мережу громадського транспорту після запровадження безкоштовного проїзду для резидентів міста [85, с. 34-42].

Дослідження транспортної поведінки забезпечує розуміння мотивацій та патернів переміщень мешканців. Мюнхен запровадив програму "Mobility Lifestyle Research", що досліджує взаємозв'язок між стилем життя та транспортною поведінкою. Проєкт використовує мобільні додатки для збору даних про переміщення в поєднанні з детальними опитуваннями щодо способу життя, цінностей та пріоритетів. Це дозволило розробити персоналізовані

стратегії заохочення сталої мобільності для різних груп населення, що збільшило використання велосипедів на 14% серед цільової аудиторії [86, с.105-113].

Моніторинг пішохідного руху розвивається як окремий напрям досліджень мобільності. Оттава (Канада) впровадила систему "Pedestrian Analytics" на основі термальних камер, встановлених на ключових пішохідних маршрутах. На відміну від звичайного відеоспостереження, ця технологія дозволяє відстежувати переміщення пішоходів у будь-яких погодних умовах та час доби, зберігаючи при цьому анонімність. Система виявила, що в центрі міста 35% переміщень складають пішохідні, що спонукало міську владу розширити пішохідні зони [87, с.45-51].

Інтеграція різних видів транспорту є ключовим елементом сучасної транспортної політики. Гамбург впровадив програму "Switchh", що аналізує використання різних транспортних опцій на мобільності-хабах, розташованих біля станцій міської залізниці. Система збирає дані про частоту та характер пересадок між різними видами транспорту. Аналіз показав, що наявність спільних мобільності-хабів збільшує частку мультимодальних поїздок на 27%, особливо для поїздок з передмість до центру міста [88, с.91-98].

Досвід провідних міст демонструє перехід від простого підрахунку транспортних потоків до комплексного аналізу мобільності, що враховує взаємодію різних видів транспорту, поведінкові аспекти та якісні показники переміщень.

3.1.4 Великі дані (Big Data) та інтелектуальні транспортні системи

Передові міста активно використовують технології великих даних та інтелектуальні транспортні системи для оптимізації транспортної інфраструктури та підвищення ефективності пересувань.

Аналіз даних з навігаційних систем та мобільних додатків дозволяє отримувати актуальну інформацію про транспортну ситуацію. Лос-Анджелес впровадив систему Automated Traffic Surveillance and Control (ATSAC), яка щодня аналізує понад 1,7 млрд записів про пересування від GPS-навігаторів та мобільних додатків. Система оптимізує 4,400 світлофорів у реальному часі, що скоротило час у дорозі на 16% та зменшило викиди CO₂ на 10% [89, с.45-52].

Прогнозування транспортних потоків та заторів використовує алгоритми машинного навчання для передбачення транспортної ситуації. Шанхай впровадив систему прогнозування заторів на базі штучного інтелекту, яка аналізує дані з понад 30,000 датчиків, 10,000 таксі та мільйонів смартфонів. Система прогнозує розвиток транспортної ситуації з точністю до 92% на 30 хвилин вперед та 85% на 60 хвилин вперед. Це дозволяє превентивно перенаправляти транспортні потоки та запобігати формуванню заторів [90, с.112-120].

Використання соціальних мереж та краудсорсингових даних забезпечує додаткову інформацію про транспортну ситуацію. Ріо-де-Жанейро створив центр управління міськими операціями COR, який включає аналіз даних з соціальних мереж для виявлення транспортних інцидентів. Система обробляє 900,000 згадувань про транспортну ситуацію щодня з Twitter, Facebook та інших платформ. Алгоритми природної мови класифікують повідомлення за типом події та рівнем критичності, що дозволило скоротити час реакції на транспортні інциденти на 30% [91, с.91-99].

V2X комунікації та автономний транспорт представляють передовий напрямок розвитку інтелектуальних транспортних систем. Франкфурт реалізував проєкт DRIVE C2X, який охоплює 120 км автомагістралей обладнаних технологією V2I (Vehicle-to-Infrastructure). Спеціальні придорожні блоки обмінюються даними з транспортними засобами, попереджаючи водіїв про небезпечні ситуації, умови дорожнього покриття та оптимальну швидкість руху.

Результати показали зменшення кількості аварій на ділянках впровадження на 17% [92, с.145-152].

Досвід провідних міст демонструє, що використання великих даних та інтелектуальних транспортних систем забезпечує якісно новий рівень транспортного планування та управління, дозволяючи переходити від реактивного до проактивного підходу в організації міської мобільності.

3.1.5 Інтеграційні платформи та відкриті дані

Інтеграційні платформи та політика відкритих даних стали важливими компонентами транспортних систем провідних міст, забезпечуючи доступність інформації для розробників, дослідників та громадськості.

Міські платформи даних консолідують інформацію з різних джерел для комплексного аналізу та планування. Мюнхен впровадив платформу "Mobilitäts Daten Marktplatz" (MDM), яка інтегрує інформацію з транспортних систем, датчиків руху та сервісів мобільності. Платформа обробляє дані в режимі реального часу та надає аналітику для оптимізації роботи транспортної мережі. Особливістю системи є модульна архітектура, що дозволяє легко інтегрувати нові джерела даних та масштабувати функціональність відповідно до потреб міста [93, с.56-63].

Політика відкритих даних стимулює інновації та прозорість у транспортному секторі. Мельбурн впровадив програму "Melbourne Open Data", яка надає вільний доступ до даних транспортної системи за останні 10 років. Унікальним аспектом є включення деталізованих історичних даних, що дозволяє досліджувати довгострокові тенденції міської мобільності. На основі цих даних було проведено 14 наукових досліджень, які вплинули на формування нової транспортної стратегії міста [94, с.67-74].

Стандартизація форматів даних забезпечує сумісність та інтероперабельність різних систем. Сіетл став одним із перших міст, що впровадив стандарт GTFS-RT (General Transit Feed Specification - Real Time) для всіх операторів громадського транспорту. Система забезпечує доступ до даних про місцезнаходження всіх транспортних засобів з оновленням кожні 15 секунд. Впровадження єдиного стандарту дозволило інтегрувати міські маршрути з регіональною транспортною системою та збільшити точність прогнозу прибуття транспорту до 94% [95, с.91-98].

Париж впровадив стандарт NeTEx (Network Timetable Exchange) для обміну даними між різними транспортними операторами регіону Іль-де-Франс. Стандарт охоплює не лише розклади руху, але й інформацію про тарифи, доступність для маломобільних груп та сервісні обмеження. Впровадження NeTEx дозволило забезпечити безперервний обмін даними між 15 транспортними операторами та створити єдину інформаційну систему для пасажирів [96, с.112-119].

Інтеграція даних для планування та моделювання забезпечує обґрунтованість транспортних рішень. Брюссель створив Brussels Mobility Dashboard, що інтегрує транспортні дані для моніторингу ключових показників ефективності транспортної системи відповідно до міської стратегії мобільності. Система відстежує 43 індикатори, включаючи модальний розподіл, викиди CO₂, доступність громадського транспорту та рівень заторів. Дані використовуються для щоквартального коригування транспортної політики та оцінки ефективності впроваджених заходів [97, с.78-86].

Міжнародний досвід демонструє, що інтеграційні платформи та відкриті дані стають фундаментом для розвитку сучасних транспортних систем, забезпечуючи прозорість, інноваційність та обґрунтованість прийняття рішень у сфері міської мобільності.

3.2 Український досвід організації збору та аналізу транспортних даних

3.2.1 Системи збору даних про дорожній рух та транспортні потоки в Україні

На противагу комплексним системам у зарубіжних містах, українські міста перебувають на ранніх етапах впровадження автоматизованих систем збору транспортних даних. Наявні рішення переважно фрагментарні та зосереджені у великих містах.

Автоматизовані системи керування дорожнім рухом функціонують у обмеженому масштабі. Київ впровадив систему АСКДР, яка охоплює 164 світлофорні об'єкти (близько 25% від загальної кількості) в центральній частині міста. Система включає відеокамери та детектори транспорту, що забезпечують збір даних про інтенсивність потоків у режимі реального часу. На відміну від зарубіжних аналогів, київська АСКДР має обмежені можливості для аналітики та моделювання. За оцінками КП "Центр організації дорожнього руху", впровадження системи дозволило зменшити затримки на регульованих перехрестях на 15-20% та підвищити середню швидкість руху транспорту на 7% [98, с.12-18].

Впровадження детекторів транспорту та відеоаналітики відбувається вибірково та неоднорідно. Харків впровадив 38 детекторів транспорту на основі радарних технологій на основних магістралях міста. Система забезпечує безперервний збір даних про інтенсивність, склад та швидкість транспортних потоків. Важливим елементом харківського досвіду є створення архіву даних, який охоплює 5 років спостережень та використовується для аналізу динаміки транспортних потоків. Це дозволило оптимізувати організацію руху на проблемних ділянках та зменшити кількість аварій на 12% [99, с.67-73].

Мобільні системи збору даних в Україні представлені переважно епізодичними дослідженнями. КП "Київдорсервіс" з 2019 року використовує мобільну лабораторію для періодичного аудиту дорожнього руху. Обладнаний

спеціалізованою технікою автомобіль здійснює вимірювання параметрів транспортних потоків на проблемних ділянках вулично-дорожньої мережі. Проте, на відміну від комплексних систем зарубіжних міст, частота та охоплення таких обстежень недостатні для формування повної картини транспортної ситуації [100, с.15-22].

Впровадження сенсорних мереж у містах України знаходиться на початковому етапі. У Вінниці в рамках проєкту "Розумне місто" було встановлено 23 сенсори на основних магістралях для вимірювання інтенсивності руху та рівня шуму. Дані використовуються для оптимізації маршрутів громадського транспорту та планування заходів зі зниження шумового навантаження. Проте масштаб впровадження залишається обмеженим через брак фінансування та технічні складнощі з обслуговуванням обладнання [101, с.56-62].

Ужгород реалізував пілотний проєкт із встановлення 12 сенсорів підрахунку велосипедистів на основних велосипедних маршрутах міста. Дані використовуються для обґрунтування розвитку велоінфраструктури та моніторингу ефективності велосипедної політики міста. Однак, на відміну від комплексних систем Амстердама чи Копенгагена, українська система не інтегрована з іншими елементами транспортної інфраструктури та має обмежену аналітичну функціональність [102, с.34-41].

Досвід України демонструє поступовий, але фрагментарний розвиток систем збору даних про транспортні потоки. Порівняно із зарубіжними аналогами, вітчизняні системи характеризуються обмеженим масштабом впровадження, недостатньою інтеграцією різних компонентів та нижчим рівнем автоматизації аналітичних процесів.

3.2.2 Моніторинг громадського транспорту в українських містах

Системи моніторингу громадського транспорту в Україні демонструють нерівномірний розвиток з концентрацією технологічних рішень переважно у великих та середніх містах.

GPS-моніторинг руху громадського транспорту впроваджений у більшості обласних центрів України, проте з різним рівнем охоплення та функціональності. Київ обладнав GPS-трекерами понад 1,600 одиниць комунального транспорту (автобуси, тролейбуси, трамваї). Система передає дані про місцезнаходження транспортних засобів до центральної диспетчерської, проте рівень інтеграції з управлінням дорожнім рухом значно нижчий, ніж у зарубіжних аналогах. За даними КП "Київпаstrанс", після впровадження системи регулярність руху на маршрутах підвищилася на 12%, хоча точність дотримання розкладу залишається на рівні 75-80% [103, с.23-30].

Івано-Франківськ запровадив вимогу обов'язкового GPS-моніторингу для всіх перевізників, включаючи приватні компанії, як умову участі в конкурсах на обслуговування маршрутів. Це дозволило досягти охоплення 94% усіх маршрутів міста системою моніторингу. Місто використовує ці дані для контролю якості транспортного обслуговування та нарахування штрафів за порушення умов договорів на перевезення [104, с.34-40].

Електронний квиток як джерело даних впроваджується в українських містах з 2017 року після прийняття відповідного закону. Львів став одним із перших міст, що запровадив систему електронного квитка для всіх видів громадського транспорту. Станом на 2023 рік щоденно реєструється понад 350,000 транзакцій, що становить близько 75% від загального обсягу пасажиропотоку [105, с.56-63].

Маріуполь (до 2022 року) впровадив електронний квиток з інтеграцією в систему аналітики пасажиропотоків. Унікальною особливістю була можливість

відстеження пересадок між різними видами транспорту в межах тарифного часу, що дозволяло формувати повні матриці кореспонденцій. На основі цих даних було реорганізовано маршрутну мережу міста з фокусом на мультимодальні переміщення, що збільшило частку використання громадського транспорту на 7% [106, с.45-51].

Автоматизовані системи диспетчеризації в Україні мають обмежену функціональність порівняно з зарубіжними аналогами. Одеса впровадила комплексну систему диспетчеризації з центральним пультом керування для комунального електротранспорту. Система охоплює 26 трамвайних та 23 тролейбусних маршрути і дозволяє в режимі реального часу контролювати дотримання графіків руху та реагувати на нештатні ситуації. Однак функціонал активного управління (перенаправлення транспорту, зміна інтервалів) обмежений через недостатню технічну інтеграцію [107, с.67-74].

Інформаційні системи для пасажирів розвиваються найбільш динамічно серед усіх елементів моніторингу громадського транспорту. Національний портал EasyWay агрегує дані про рух громадського транспорту з 70 міст України та надає доступ через мобільний додаток і веб-інтерфейс. Система обробляє дані від понад 12,000 транспортних засобів та має аудиторію близько 200,000 користувачів щодня. Особливістю є краудсорсингова складова, що дозволяє пасажирам повідомляти про затримки та проблеми на маршрутах [108, с.15-22].

Додаток DozorCity впроваджено у 25 містах України, включаючи Рівне, Хмельницький та Кривий Ріг. Система відображає місцезнаходження транспортних засобів у реальному часі та надає прогнози прибуття на зупинки. На відміну від більшості зарубіжних аналогів, DozorCity не інтегрований з системами планування поїздок та не надає рекомендацій щодо оптимальних маршрутів [109, с.28-35].

Аналіз українського досвіду показує, що системи моніторингу громадського транспорту знаходяться на етапі активного розвитку, але мають обмежену інтеграцію та аналітичні можливості порівняно з передовими зарубіжними практиками. Основний фокус вітчизняних систем спрямований на операційний контроль та інформування пасажирів, тоді як аналітичний потенціал даних використовується неповною мірою.

3.2.3 Дослідження мобільності населення в Україні

Дослідження мобільності населення в Україні характеризується поєднанням традиційних методів з поступовим впровадженням інноваційних підходів, хоча системність та масштаб цих досліджень істотно обмежені порівняно із зарубіжними практиками.

Традиційні соціологічні дослідження пересувань залишаються основним методом вивчення мобільності в українських містах. КО "Київгенплан" періодично проводить обстеження транспортної поведінки населення методом анкетування. Останнє масштабне дослідження 2021 року охопило 2,300 домогосподарств у різних районах міста. Методологія базується на фіксації всіх переміщень членів домогосподарства протягом типового робочого дня, включаючи цілі поїздки, використані види транспорту та часові характеристики. Обмеженням цього підходу є висока вартість проведення, що не дозволяє здійснювати обстеження частіше ніж раз на 5-7 років, та недостатня геопросторова точність зібраних даних [110, с.34-41].

Використання даних мобільних операторів для транспортних досліджень в Україні знаходиться на початковому етапі через юридичні обмеження та технічні складнощі. В рамках проєкту "Київська агломерація" у 2018 році було проведено пілотне дослідження на основі анонімізованих даних одного з мобільних операторів. Аналіз охопив переміщення між Києвом та приміськими населеними

пунктами і дозволив визначити основні напрямки маятникової міграції. Результати показали, що щоденний потік маятникових мігрантів становить близько 550,000 осіб, що істотно перевищувало попередні оцінки, засновані на традиційних методах. Проте, на відміну від естонського досвіду, українське дослідження мало одноразовий характер і не було інтегроване в систему постійного моніторингу [111, с.78-85].

Обстеження велосипедного та пішохідного руху в українських містах проводяться переважно громадськими організаціями за підтримки міжнародних проєктів. Львівська асоціація велосипедистів з 2015 року проводить щорічний підрахунок велосипедистів у 12 ключових точках міста. Методологія заснована на ручному підрахунку протягом 8 годин у будній день, що не забезпечує повного охоплення велосипедного руху. Проте зібрані дані демонструють позитивну динаміку – зростання кількості велосипедистів на 15-20% щороку протягом 2015-2022 років, що корелює з розвитком велосипедної інфраструктури [112, с.23-30]. Громадська організація "Агенти змін" розробила методіку аудиту пішохідної інфраструктури, яка включає картування маршрутів, фіксацію перешкод та оцінку комфорту пересування. З 2019 року аудит було проведено в 6 містах України, включаючи Полтаву, Чернігів та Кременчук. Отримані дані використовуються місцевою владою для планування ремонтів та реконструкцій, проте системна інтеграція цієї інформації в процеси транспортного планування залишається обмеженою [113, с.45-52].

Аналіз транспортної поведінки в рамках проєктів SUMP (Плани сталої міської мобільності) став важливим кроком до впровадження європейських методик дослідження мобільності. Проєкт GIZ "Інтегрований розвиток міст в Україні" підтримав розробку SUMP у Львові, Полтаві, Чернівцях та Вінниці. У кожному місті було проведено комплексне дослідження мобільності, що включало опитування домогосподарств, обстеження ключових транспортних

вузлів та аналіз даних операторів транспорту. Особливістю цього підходу є розгляд мобільності в контексті загального міського розвитку та інтеграція з містобудівною політикою [114, с.76-74].

Вінниця в рамках розробки SUMP впровадила інноваційний підхід до дослідження транспортних потреб різних соціальних груп. Методика включала фокус-групи з представниками вразливих категорій населення (люди з інвалідністю, батьки з дітьми, літні люди) та картування їх типових маршрутів з фіксацією проблемних точок. Це дозволило визначити пріоритетні заходи для підвищення інклюзивності транспортної системи [115, с.89-96].

Український досвід дослідження мобільності населення демонструє поступовий перехід від ізольованих та епізодичних обстежень до більш систематичних підходів, хоча рівень впровадження інноваційних методів та інтеграції різних джерел даних залишається значно нижчим порівняно з передовими зарубіжними практиками.

3.2.4 Використання великих даних та ІТС в українському контексті

Використання технологій великих даних та інтелектуальних транспортних систем в Україні перебуває на значно нижчому рівні розвитку порівняно із зарубіжними аналогами, хоча окремі елементи впроваджуються в найбільших містах країни.

Впровадження елементів інтелектуальних транспортних систем має фрагментарний характер. Харків впровадив автоматизовану систему управління дорожнім рухом на проспекті Науки з використанням технології "зеленої хвилі". Система охоплює 22 світлофорних об'єкти та використовує алгоритми зі зворотним зв'язком для підтримки оптимальної швидкості транспортного потоку. На відміну від розвинених зарубіжних систем, харківська не інтегрована з громадським транспортом і не надає йому пріоритету. Ключовою проблемою

залишається недостатнє фінансування – бюджет проєкту становив лише близько 8 млн грн, що на порядок менше аналогічних європейських впроваджень [116, с.34-41].

Україна бере участь у загальноєвропейських проєктах з впровадження ІТС. Зокрема, в рамках проєкту EaP Connect 2 на трасі Київ-Чоп впроваджується система мультимодального ITS-коридору, що включає моніторинг руху, інформаційні табло та елементи управління трафіком. Реалізація проєкту дозволить вперше в Україні створити транспортний коридор, інтегрований з європейською мережею ITS [117, с.67-74].

Аналіз даних з мобільних додатків та навігаційних систем використовується переважно комерційними компаніями з обмеженою інтеграцією в міські транспортні системи. Київ у 2021 році підписав меморандум про співпрацю з компанією Google щодо використання даних Google Maps для моніторингу транспортної ситуації. У рамках партнерства департамент транспортної інфраструктури отримує агреговану аналітику щодо завантаженості ключових магістралей та швидкості руху в різні години доби. Ці дані використовуються для планування ремонтних робіт та оптимізації схем руху, однак не інтегровані з оперативним управлінням транспортом [118, с.23-30].

Використання соціальних мереж для транспортного моніторингу в Україні не має системного характеру. Громадська ініціатива "Моніторинг транспорту" створила бот у Telegram для збору скарг та повідомлень пасажирів щодо роботи громадського транспорту в 5 містах України. За перші 6 місяців роботи було зібрано понад 12,000 повідомлень, які систематизуються та передаються відповідним муніципальним службам. Цей підхід забезпечує більш швидку реакцію на проблеми, але має обмежені можливості для аналітики через несистемний характер збору даних [119, с.45-52].

Перспективи впровадження V2X технологій в Україні знаходяться на етапі початкових досліджень та експериментів. Національний транспортний університет у співпраці з компанією "Автомагістраль" розробив концепцію впровадження елементів V2I (Vehicle-to-Infrastructure) на автомагістралях державного значення. Пілотний проєкт передбачає встановлення "розумних" дорожніх знаків з можливістю обміну інформацією з обладнаними транспортними засобами на ділянці траси Київ-Одеса [120, с.78-85].

Аналіз українського досвіду показує значне відставання у впровадженні технологій великих даних та ІТС порівняно з зарубіжними практиками. Основними перешкодами залишаються брак фінансування, відсутність стратегічного підходу до розвитку інтелектуальних транспортних систем та нестача кваліфікованих кадрів у галузі транспортної аналітики.

3.2.5 Інтеграційні платформи та відкриті дані у транспортній сфері

Розвиток інтеграційних платформ та впровадження відкритих даних у транспортній сфері України відбувається нерівномірно, з помітним прогресом в окремих містах та напрямках, але із суттєвим відставанням від зарубіжних практик.

Ініціативи відкритих даних у транспортному секторі України отримали розвиток після прийняття у 2015 році Закону "Про доступ до публічної інформації" та Постанови КМУ №835 "Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних". Національний портал data.gov.ua станом на 2023 рік містить понад 400 наборів транспортних даних, проте їх якість, актуальність та структурованість значно різняться. Найбільш повно представлені дані з Києва, Львова та Дніпра, тоді як менші міста часто публікують лише базову інформацію [121, с.34-41].

Львів став першим українським містом, що системно впровадило політику відкритих транспортних даних. Міський портал відкритих даних містить детальну інформацію про маршрути громадського транспорту, зупинки, розклади руху та статистику пасажиропотоків. Унікальною особливістю львівського підходу є регулярне оновлення даних (щомісячно) та їх публікація у машиночитаних форматах. За оцінками Львівської міської ради, відкриття транспортних даних сприяло створенню 15 незалежних мобільних додатків для пасажирів та підвищенню задоволеності якістю транспортних послуг на 18% [122, с.56-63].

Досвід впровадження платформи GTFS для громадського транспорту демонструє поступовий прогрес у стандартизації даних. Харків впровадив розширену версію GTFS-Realtime для відстеження руху наземного громадського транспорту в режимі реального часу. Система охоплює 130 маршрутів міста та оновлює дані про місцезнаходження транспортних засобів кожні 30 секунд. На відміну від багатьох інших міст, харківські дані GTFS-RT є повністю відкритими та доступними через API, що сприяло розвитку екосистеми сторонніх додатків для пасажирів. Обмеженням залишається відсутність інтеграції з метрополітемом та приміським залізничним транспортом [123, с.56-63].

Проекти інтеграції різних видів транспортних даних в Україні знаходяться на початковому етапі розвитку. Київ частково реалізував інтеграцію даних про громадський транспорт, паркування та дорожній рух в єдиній системі Kyiv Smart City. Платформа об'єднує інформацію з камер відеоспостереження, GPS-трекерів громадського транспорту та сенсорів паркувального простору [124, с.45-52].

Запоріжжя впровадило пілотний проєкт з інтеграції даних про комунальний транспорт та приватних перевізників у єдиній інформаційній системі. Проєкт охоплює 85% всіх маршрутів міста та включає дані про розклади, фактичний рух транспорту та пасажиропотоки. Особливістю є включення інформації про рівень

доступності транспортних засобів для людей з інвалідністю, що дозволяє планувати маршрути з урахуванням цих потреб. Проте відсутня інтеграція з даними про інтенсивність дорожнього руху та велосипедну інфраструктуру [125, с.34-41].

Міжнародні проєкти технічної допомоги відіграють важливу роль у розвитку систем транспортних даних в Україні. Проєкт Європейського інвестиційного банку "Міський громадський транспорт України II" включає компонент модернізації інформаційних систем у транспортній галузі. В рамках проєкту 10 українських міст (включаючи Суми, Полтаву, Миколаїв) отримують підтримку для впровадження систем збору та аналізу транспортних даних за європейськими стандартами. Ключовим елементом є впровадження систем підрахунку пасажирів та інтеграція цих даних з електронними квитками для формування повної картини пасажиропотоків [126, с.45-52].

Німецьке товариство міжнародного співробітництва (GIZ) у рамках проєкту "Інтегрований розвиток міст в Україні" надає підтримку у створенні геоінформаційних систем для транспортного планування. Проєкт охоплює Львів, Чернівці, Полтаву та Житомир і зосереджений на інтеграції транспортних даних з іншими міськими геопросторовими даними [127, с.78-85]. Важливим аспектом є впровадження методик візуалізації та аналізу даних для підтримки прийняття рішень у сфері транспортного планування.

Аналіз українського досвіду у сфері інтеграційних платформ та відкритих транспортних даних свідчить про поступовий розвиток, проте з істотним відставанням від зарубіжних практик у масштабах впровадження, рівні інтеграції та аналітичних можливостях. Позитивними тенденціями є зростання кількості наборів відкритих транспортних даних та поступове впровадження міжнародних стандартів, особливо у великих містах України.

3.2.6 Особливості та виклики українського досвіду

Аналіз практик збору та аналізу транспортних даних в Україні виявляє ряд специфічних особливостей та викликів, які суттєво впливають на розвиток цієї сфери та визначають її відмінності від зарубіжних аналогів.

Технічні та фінансові аспекти впровадження сучасних систем збору транспортних даних в Україні характеризуються значними обмеженнями. Недостатнє бюджетне фінансування транспортної галузі призводить до фрагментарного впровадження технологічних рішень. Міста часто змушені обирати між базовим охопленням всієї транспортної системи простими технологіями або точковим впровадженням більш сучасних рішень на окремих ділянках. Для порівняння, бюджет впровадження інтелектуальної транспортної системи в Дніпрі становив близько 50 млн грн (\$1,8 млн), тоді як аналогічна за масштабом система в Мадриді коштувала €28 млн.

Технічна інфраструктура українських міст часто не відповідає вимогам сучасних систем збору транспортних даних. Проблеми включають відсутність надійних каналів зв'язку для передачі даних, обмежені можливості міських дата-центрів для зберігання та обробки великих обсягів інформації, а також застарілу вулично-дорожню інфраструктуру, що ускладнює встановлення датчиків та сенсорів. Згідно з дослідженням "Цифрова трансформація міст України" (2021), лише 18% українських міст мають достатню технічну готовність для впровадження комплексних систем збору транспортних даних [128, с.45-52].

Український ринок технологічних рішень для збору та аналізу транспортних даних залишається порівняно обмеженим. Більшість проєктів реалізується із залученням іноземних технологій та обладнання, що підвищує вартість впровадження та створює залежність від зовнішньої технічної підтримки. Проте формуються й локальні технологічні рішення, такі як системи

EasyWay та DozorCity, що пропонують адаптовані до українських реалій продукти за нижчою вартістю.

Регуляторні та правові особливості суттєво впливають на можливості збору та використання транспортних даних. Законодавство України в сфері відкритих даних (Закон "Про доступ до публічної інформації", Постанова КМУ №835) створює базові передумови для публікації транспортної інформації, проте має ряд обмежень. Зокрема, недостатньо чітко врегульовані питання машиночитаних форматів, періодичності оновлення та відповідальності за якість даних.

Правове регулювання у сфері захисту персональних даних (Закон України "Про захист персональних даних") створює додаткові складнощі для використання деяких джерел транспортної інформації. Зокрема, аналіз даних мобільних операторів та систем відеоспостереження вимагає дотримання суворих вимог щодо анонімізації, що часто ускладнює реалізацію аналітичних проєктів. Порівняно з європейськими країнами, де розроблені детальні регуляторні рамки для використання таких даних при збереженні приватності (наприклад, естонська модель), українське законодавство залишається менш гнучким.

Відсутність єдиних технічних стандартів та регламентів для збору та обміну транспортними даними призводить до несумісності систем різних міст та перевізників. На відміну від ЄС, де впроваджені стандарти GTFS, NeTEx та SIRI на загальноєвропейському рівні, в Україні такі стандарти впроваджуються переважно на рівні окремих міст та проєктів. Це обмежує можливості для інтеграції даних та розвитку міжміських транспортних систем.

Кадрові та методологічні питання залишаються критичними для розвитку систем збору та аналізу транспортних даних. В Україні спостерігається дефіцит фахівців з транспортної аналітики, здатних ефективно працювати з великими масивами даних та застосовувати сучасні методи моделювання. За даними

дослідження ринку праці в ІТ-сфері України (2022), попит на спеціалістів з аналітики даних перевищує пропозицію у 3,5 рази, особливо гостро це відчувається в державному секторі, де рівень оплати праці значно нижчий порівняно з приватними компаніями.

Методологічні підходи до збору та аналізу транспортних даних в українських містах часто базуються на застарілих практиках, що не відповідають сучасним вимогам до точності та комплексності аналізу. Зокрема, більшість транспортних досліджень в Україні зосереджується на окремих видах транспорту, без врахування мультимодальності та взаємозв'язків між різними компонентами транспортної системи. Це контрастує з комплексними підходами, впровадженими у європейських містах.

Важливим аспектом є також відсутність систематичного навчання та підвищення кваліфікації фахівців транспортних відділів міських адміністрацій у сфері збору та аналізу даних. За результатами опитування представників 25 міських рад України, проведеного в рамках проєкту USAID "Прозорість та підзвітність в органах місцевого самоврядування" (2020), лише 22% працівників транспортних департаментів пройшли спеціалізоване навчання з методів аналізу транспортних даних протягом останніх трьох років [129, с.34-41].

Фрагментація даних та координація між різними суб'єктами є характерними особливостями українського досвіду. Транспортні дані в українських містах розподілені між різними відомствами та організаціями: комунальними транспортними підприємствами, приватними перевізниками, дорожньо-експлуатаційними службами, департаментами інфраструктури, патрульною поліцією. Відсутність єдиної координаційної структури та механізмів обміну даними призводить до дублювання зусиль та неефективного використання інформаційних ресурсів.

Українські міста мають обмежені можливості для отримання даних від приватних перевізників, які часто неохоче діляться детальною інформацією про пасажиропотоки та фінансові показники. За даними дослідження "Прозорість у громадському транспорті України" (2021), лише 15% приватних перевізників регулярно надають повну інформацію про перевезення до міських інформаційних систем. Це контрастує з європейською практикою, де вимоги щодо надання транспортних даних є стандартною умовою договорів на перевезення [130, с. 67-74].

Додатковим викликом є відсутність культури використання даних при прийнятті рішень у сфері транспортного планування. Часто навіть наявні дані не аналізуються належним чином та не впливають на управлінські рішення. За результатами дослідження "Індекс локальної електронної демократії" (2022), лише у 31% обстежених міст України транспортні рішення приймаються з обов'язковим урахуванням аналітичних даних та результатів моделювання [131, с. 89-96].

Аналіз особливостей та викликів українського досвіду збору та аналізу транспортних даних демонструє суттєві відмінності від зарубіжних практик, зумовлені фінансовими, технічними, інституційними та кадровими обмеженнями. Водночас спостерігається поступовий прогрес, особливо у великих містах та в рамках міжнародних проєктів, що створює передумови для подальшого розвитку цієї сфери та наближення до європейських стандартів.

3.3 Висновки до розділу 3

Аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду збору й аналізу транспортних даних демонструє суттєві відмінності у підходах, масштабах впровадження та ефективності використання інформаційних технологій для вирішення транспортних питань міст.

Провідні міста світу характеризуються впровадженням комплексних систем збору транспортних даних, що забезпечують повне покриття транспортної мережі, високу точність і регулярність збору інформації. Такі системи вирізняються глибокою інтеграцією різних компонентів (моніторинг дорожнього руху, громадський транспорт, мобільність населення) та впровадженням інноваційних технологій збору даних, зокрема сенсорних мереж, автоматизованих систем відеоаналітики та бездротових технологій.

Зарубіжний досвід демонструє тенденцію до переходу від ізольованих рішень до формування єдиних міських платформ даних, що консолідують інформацію з різних джерел та забезпечують її доступність для аналізу й використання різними стейкхолдерами. Важливим аспектом є також стандартизація форматів даних та розвиток політики відкритих даних, що стимулює інновації та прозорість у транспортному секторі.

Український досвід, на противагу зарубіжному, характеризується фрагментарністю впровадження сучасних технологій збору транспортних даних. Системи моніторингу транспортних потоків, руху громадського транспорту та дослідження мобільності населення впроваджуються здебільшого у великих містах і часто не мають належного рівня інтеграції. Впровадження інтелектуальних транспортних систем та технологій великих даних знаходиться на початковому етапі та має значно менші масштаби порівняно з провідними містами світу.

Аналіз вітчизняних практик виявляє ряд специфічних викликів та обмежень, зокрема: недостатнє фінансування, що призводить до точкового впровадження технологій; технічну непідготовленість інфраструктури; брак кваліфікованих кадрів у сфері транспортної аналітики; недосконалість нормативно-правової бази щодо збору та використання транспортних даних; а

також інституційну фрагментацію, що ускладнює координацію між різними суб'єктами.

Водночас спостерігаються позитивні тенденції, насамперед у контексті міжнародних проєктів технічної допомоги, які сприяють впровадженню сучасних підходів та технологій у містах України. Розвиваються також локальні інноваційні рішення, адаптовані до специфіки вітчизняних міст та їхніх фінансових можливостей.

Порівняльний аналіз зарубіжного та українського досвіду дозволяє виявити потенційні напрями розвитку систем збору та аналізу транспортних даних в Україні. Зокрема, перспективними є поетапне впровадження інтегрованих рішень, стандартизація форматів даних, розвиток міжмуніципальної співпраці для створення спільних платформ, а також посилення взаємодії між державним та приватним секторами у сфері обміну транспортними даними.

Завершуючи огляд досвіду, важливо зазначити, що успішне впровадження систем збору та аналізу транспортних даних потребує не лише технологічних рішень, але й розвитку інституційної спроможності, нормативно-правової бази та культури використання даних при прийнятті рішень у сфері транспортного планування.

4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ У ВИРІШЕННІ ТРАНСПОРТНИХ ПИТАНЬ МІСТ ТА НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ОПТИМАЛЬНОМУ ВИКОРИСТАННЮ МЕТОДІВ

Ефективність транспортного планування безпосередньо залежить від якості та достовірності даних, на основі яких приймаються проєктні рішення. Незважаючи на розгляд методологічних основ збору та аналізу транспортної інформації у попередніх розділах, критично важливим залишається оцінка ефективності цих методів у конкретних умовах та на різних стадіях проєктування. Даний розділ присвячено комплексній оцінці ефективності методів збору та аналізу транспортних даних для вирішення ключових транспортних проблем міст. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оптимізації процесів транспортного планування в умовах обмежених ресурсів та зростаючих вимог до якості проєктних рішень.

Метою розділу є розробка науково обґрунтованого підходу до оцінки ефективності методів з урахуванням специфіки вітчизняного нормативно-правового поля та міжнародних практик, а також оцінка та розробка рекомендацій. Для досягнення цієї мети вирішуються завдання: обґрунтування системи критеріїв оцінки на основі нормативної бази; розробка методичного підходу; проведення оцінки ефективності методів для кожної транспортної проблеми; формування практичних рекомендацій.

Структура розділу включає методологічні основи оцінки (підрозділ 4.1), детальну оцінку ефективності методів для восьми основних транспортних проблем міст (підрозділ 4.2) та загальні рекомендації та методологічний розвиток підходів (підрозділ 4.3).

4.1 Методологічні основи оцінки ефективності

4.1.1 Обґрунтування системи критеріїв оцінки

Формування системи критеріїв оцінки ефективності методів збору та аналізу транспортних даних базується на комплексному аналізі практичних потреб транспортного планування, нормативно-правової бази України та міжнародних стандартів. Кожен критерій відображає певний аспект ефективності методів та має чітке нормативне обґрунтування.

Критерій 1: Достовірність та точність даних. Цей критерій оцінює здатність методу забезпечувати збір інформації, що відповідає реальному стану транспортної системи, включаючи точність вимірювань, репрезентативність вибірки та можливість верифікації. Нормативне обґрунтування базується на ДСТУ ISO 19157:2013 щодо якості геопросторових даних та галузевих стандартах, які встановлюють допустиму похибку для транспортних моделей не більше 15%.

Критерій 2: Економічна ефективність. Передбачає оцінку витрат на впровадження та експлуатацію методу у співвідношенні з якістю отриманих результатів. Оцінюються прямі витрати на обладнання, навчання персоналу, операційні витрати та непрямі витрати. Обґрунтування визначається вимогами ДБН А.2.2-3:2014 та Постановою КМУ №695 від 23.05.2018 щодо економічного обґрунтування інфраструктурних проєктів.

Критерій 3: Комплексність та інтегрованість. Оцінює здатність методу збирати різноманітні типи даних та забезпечувати їх інтеграцію з існуючими інформаційними системами. Нормативне обґрунтування включає ДБН Б.2.2-12:2019, що передбачає комплексний підхід до транспортного планування, та Закон України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" №554-ІХ.

Критерій 4: Практична застосовність. Визначає придатність методу для використання в реальних умовах на різних стадіях проектування, включаючи простоту впровадження, необхідну кваліфікацію персоналу та швидкість отримання результатів. Оцінка базується на ДБН В.2.3-5:2018 та ДСТУ 8898:2019 щодо розроблення комплексних схем організації дорожнього руху.

Критерій 5: Сталість та адаптивність. Характеризує здатність методу забезпечувати стабільні результати в різних умовах та адаптуватися до змін у транспортній системі. Нормативне обґрунтування включає Національну транспортну стратегію України до 2030 року та стандарт ISO 37120:2018 "Сталі міста та громади".

Критерій 6: Соціальний аспект та взаємодія з користувачами. Оцінює відповідність методу вимогам щодо захисту персональних даних, етичність збору інформації та рівень залучення громадськості. Врахування соціальних факторів регламентується Законом України "Про захист персональних даних" №2297-VI та Регламентом ЄС GDPR.

Визначені критерії формують цілісну систему оцінки, яка враховує як національні нормативні вимоги, так і міжнародні стандарти транспортного планування. Кожен критерій має рівнозначну важливість, однак їх відносна вага може варіюватися залежно від специфіки проекту та стадії проектування.

4.1.2 Методичний підхід до оцінювання ефективності

Визначені критерії оцінки потребують чіткої методики застосування для забезпечення об'єктивності та науковості процесу оцінювання. Даний підхід розроблено з урахуванням специфіки транспортного планування, вимог нормативної документації України та міжнародної практики.

Для оцінювання ефективності методів збору та аналізу транспортних даних розроблено чотирирівневу якісну шкалу:

Високий рівень відповідності - метод повністю відповідає вимогам критерію, забезпечує оптимальні результати та узгоджується з нормативними вимогами без значущих обмежень.

Достатній рівень відповідності - метод відповідає основним вимогам критерію з незначними обмеженнями, які не впливають критично на якість результатів.

Базовий рівень відповідності - метод частково відповідає вимогам критерію, має суттєві обмеження, які можуть впливати на якість результатів.

Недостатній рівень відповідності - метод не відповідає ключовим вимогам критерію, має критичні недоліки, які унеможливають ефективне застосування.

Оцінювання ефективності методів здійснюється наступним чином:

1. Проводиться послідовна оцінка методу за кожним із шести визначених критеріїв з урахуванням специфіки стадії проектування та характеру транспортної проблеми.
2. На основі оцінок за окремими критеріями формується комплексна характеристика ефективності методу через:
 - Ідентифікацію критичних критеріїв, які мають вирішальне значення для конкретного застосування
 - Аналіз компенсаторних можливостей, тобто можливості компенсації недоліків за одними критеріями перевагами за іншими
 - Формування якісної характеристики, що враховує всі аспекти застосування методу
3. На завершальному етапі розробляються практичні рекомендації щодо застосування методу, які формуються на основі принципів:
 - Відповідності призначенню - врахування специфіки проблеми та стадії проектування
 - Ресурсної ефективності - співвідношення витрат та очікуваних результатів

- Комплементарності - можливості поєднання кількох методів для досягнення синергетичного ефекту
- Адаптивності - можливості модифікації методів під змінні умови проєкту

Даний методичний підхід забезпечує системність та об'єктивність оцінювання ефективності методів збору та аналізу транспортних даних, створюючи основу для обґрунтованого вибору оптимальних рішень у транспортному плануванні.

4.1.3 Особливості застосування критеріїв на різних стадіях проєктування

Ефективність методів збору та аналізу транспортних даних значною мірою залежить від правильного застосування критеріїв оцінки з урахуванням специфіки кожної стадії проєктування. Відповідно до ДБН А.2.2-3:2014, кожна стадія має свої цілі, завдання та вимоги до деталізації інформації, що безпосередньо впливає на вагомість окремих критеріїв.

На стадії техніко-економічного обґрунтування (ТЕО/ТЕР) першочергового значення набувають критерії економічної ефективності, комплексності та інтегрованості, а також достовірності та точності даних. Економічна ефективність є ключовою, оскільки основним завданням є оцінка доцільності реалізації проєкту. Комплексність забезпечує розгляд усіх аспектів впливу проєкту на транспортну систему, а достовірність даних, хоч і допускає використання укрупнених показників, повинна забезпечувати обґрунтованість висновків щодо реалізації проєкту.

Стадія ескізного проєкту (ЕП) характеризується пріоритетністю критеріїв практичної застосовності, комплексності та інтегрованості, а також соціального аспекту. Практична застосовність забезпечує швидку візуалізацію транспортних схем, комплексність дозволяє врахувати взаємозв'язки різних елементів транспортної системи, а соціальний аспект стає критично важливим через

необхідність проведення громадських обговорень та візуалізації рішень для різних категорій користувачів.

На стадії проєкту (П) найбільш вагомими стають критерії достовірності та точності даних, комплексності та інтегрованості, а також практичної застосовності. Висока точність необхідна для детальних розрахунків транспортних навантажень та моделювання потоків, комплексність забезпечує узгодженість різних розділів проєкту, а практична застосовність гарантує, що проєктні рішення можуть бути реалізовані в конкретних умовах.

Стадія робочого проєкту (РП) характеризується максимальною вагою критеріїв економічної ефективності, практичної застосовності та сталості й адаптивності. Економічна ефективність на цій стадії фокусується на оптимізації будівельних рішень, практична застосовність забезпечує готовність даних для безпосереднього використання в будівництві, а сталість та адаптивність дозволяють коригувати рішення в процесі реалізації проєкту.

На стадії робочої документації (Р) пріоритетними стають критерії економічної ефективності, достовірності та точності даних, а також практичної застосовності. Економічна ефективність спрямовується на оптимізацію витрат при збереженні якості, достовірність забезпечує геодезичну точність вимірювань та повну відповідність нормативам, а практична застосовність гарантує, що дані представлені у форматі, придатному для будівельників.

Вагомість критеріїв також варіюється залежно від масштабу та типу проєкту. Для великих інфраструктурних проєктів ключовою є комплексність, для локальних – економічна ефективність. Проєкти реконструкції вимагають особливої уваги до сталості та адаптивності, нові проєкти – до соціального аспекту, а інноваційні проєкти потребують акценту на практичній застосовності.

Таким чином, ефективне застосування критеріїв оцінки вимагає гнучкого підходу до визначення їх вагомості з урахуванням специфіки кожної стадії проектування, масштабу та типу проекту.

4.2 Оцінка ефективності методів за транспортними проблемами

4.2.1 Затори та перевантаження на вулично-дорожній мережі

Проблема заторів та перевантаження вулично-дорожньої мережі, детально розглянута в підрозділі 1.5.1, є однією з найбільш критичних транспортних проблем сучасних міст. Ефективне вирішення цієї проблеми потребує обґрунтованого підходу до вибору методів збору та аналізу даних на різних стадіях проектування. Оцінка ефективності методів проведена на основі шести критеріїв, визначених у підрозділі 4.1.1, із застосуванням методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку 1, лист 8.

Аналіз ефективності методів збору даних показав значну варіативність залежно від стадії проектування. На стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали аналіз документації, картографічні методи та мобільні системи збору даних, які забезпечують оптимальне співвідношення економічної ефективності та достовірності для стратегічних рішень. На стадії ескізного проекту до них додаються колективні та соціальні методи, що сприяють ефективному залученню громадськості. На стадії проекту найбільш ефективними стають стаціонарні системи, мобільні системи, компоненти ITS та аналіз документації, які забезпечують необхідну точність для детального моделювання. Для стадій робочого проекту та робочої документації пріоритет зміщується в бік методів, що забезпечують інженерно-геодезичну точність – польові обстеження, аналіз документації та мобільні системи збору даних.

Щодо ефективності методів аналізу даних, стабільно високу оцінку на більшості стадій демонструють статистичний та геопросторовий аналіз. Транспортне моделювання та калібрування моделей набувають найвищої ефективності на стадії проєкту, коли необхідна детальна оцінка транспортних рішень. Методи машинного навчання та аналіз великих даних виявляють обмежену ефективність, переважно як допоміжні інструменти на стадії проєкту.

На основі проведеної оцінки можна рекомендувати наступні оптимальні комбінації методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: аналіз документації, мобільні системи збору даних, статистичний та геопросторовий аналіз;
2. Для ескізного проєкту: аналіз документації, мобільні системи, колективні методи у поєднанні з геопросторовим аналізом;
3. Для стадії проєкту: комплексне застосування стаціонарних систем, мобільних систем, компонентів ITS, статистичного аналізу, транспортного моделювання та калібрування моделей;
4. Для робочого проєкту та робочої документації: аналіз документації, мобільні системи збору даних, польові обстеження, геопросторовий аналіз та калібрування моделей.

Ключовим фактором успішного вирішення проблеми заторів є забезпечення наступності даних між стадіями та уникнення застосування технічно складних методів на ранніх стадіях проєктування, а також надмірного спрощення на стадіях детального проєктування.

4.2.2 Проблематика роботи громадського транспорту

Проблеми роботи громадського транспорту, детально розглянуті в підрозділі 1.5.2, являють собою комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням ефективної мобільності населення міста. Вони охоплюють перевантаженість у

години пік, нерегулярність руху, низьку швидкість сполучення, недостатнє покриття території та проблеми доступності для маломобільних груп. Ефективне вирішення цих проблем вимагає обґрунтованого підходу до збору та аналізу даних на кожній стадії проєктування. Оцінка ефективності методів проведена на основі шести критеріїв, визначених у підрозділі 4.1.1, із застосуванням методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку А, лист 9.

Аналіз ефективності методів збору даних виявив, що на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали аналіз документації та мобільні системи збору даних. На стадії ескізного проєкту високу ефективність демонструють польові обстеження, аналіз документації, мобільні системи та колективні методи. На стадії проєкту найефективнішими є стаціонарні та мобільні системи збору даних, а також компоненти ITS. Для робочого проєкту оптимальними стають аналіз документації та мобільні системи збору даних, а на стадії робочої документації – польові обстеження, аналіз документації та мобільні системи збору даних, що забезпечують необхідну інженерну точність.

Щодо методів аналізу даних, найбільш універсальними та ефективними виявилися геопросторовий та статистичний аналіз, які демонструють високу ефективність на більшості стадій проєктування. Транспортне моделювання найбільш цінне на стадії проєкту, тоді як його ефективність знижується на стадіях робочого проєкту та робочої документації. Методи машинного навчання та аналіз великих даних мають обмежене застосування, переважно на стадії проєкту. Калібрування моделей демонструє зростання ефективності від ранніх до середніх стадій проєктування.

На основі проведеної оцінки сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: аналіз документації, мобільні системи збору даних, вибіркові польові обстеження та анкетування, статистичний та геопросторовий аналіз;
2. Для ескізного проєкту: польові обстеження, аналіз документації, мобільні системи, колективні методи, геопросторовий аналіз із елементами статистичного аналізу та базового моделювання;
3. Для стадії проєкту: комплексне застосування стаціонарних та мобільних систем, компонентів ITS, аналізу документації, статистичного аналізу, транспортного моделювання, геопросторового аналізу та методів калібрування;
4. Для робочого проєкту: аналіз документації, мобільні системи збору даних, польові обстеження, статистичний та геопросторовий аналіз, калібрування моделей;
5. Для робочої документації: польові обстеження, аналіз документації, мобільні системи збору даних, геопросторовий та статистичний аналіз, калібрування для забезпечення відповідності проєктних рішень нормативним вимогам.

Поетапне впровадження рекомендованих комбінацій методів дозволяє забезпечити наступність даних між стадіями проєктування та прийняття обґрунтованих рішень на кожному етапі розвитку проєкту з урахуванням усіх аспектів функціонування системи громадського транспорту.

4.2.3 Проблеми планування транспортної інфраструктури

Планування транспортної інфраструктури представляє собою комплексний процес визначення, проєктування та реалізації системи транспортних об'єктів для забезпечення мобільності в міському середовищі. Як встановлено в підрозділі 1.5.3, ця сфера характеризується низкою специфічних проблем, включаючи

фрагментарність планування, недостатню інтеграцію з містобудівними рішеннями та обмежену увагу до екологічних аспектів. У даному підрозділі проведено оцінку ефективності методів збору та аналізу транспортних даних з використанням критеріїв, визначених у підрозділі 4.1.1, та методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку А, лист 10.

Аналіз ефективності методів збору даних демонструє значну диференціацію залежно від стадії проектування. На стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну ефективність показали аналіз документації, картографічні методи та мобільні системи збору даних, що забезпечують оптимальний баланс між економічною ефективністю, комплексністю та достовірністю для стратегічного планування інфраструктури. На стадії ескізного проекту високу оцінку отримали аналіз документації, мобільні системи збору даних та колективні методи, які дозволяють ефективно розробляти концептуальні схеми та залучати громадськість. На стадії проекту найефективнішими виявилися стаціонарні системи збору даних, мобільні системи та компоненти ITS, що забезпечують детальні дані для моделювання. Для стадій робочого проекту та робочої документації пріоритетними стають аналіз документації, мобільні системи збору даних та польові обстеження, які забезпечують точність геометричних параметрів об'єктів інфраструктури.

Щодо методів аналізу даних, на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали статистичний та геопросторовий аналіз. На стадії ескізного проекту геопросторовий аналіз зберігає високу ефективність, а на стадії проекту до нього додаються транспортне моделювання, статистичний аналіз та калібрування моделей. На стадіях робочого проекту та робочої документації геопросторовий аналіз залишається найбільш ефективним, доповнений калібруванням моделей та статистичним аналізом для технічних розрахунків.

На основі проведеної оцінки сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: поєднання аналізу документації, мобільних систем збору даних та вибіркового анкетування для збору інформації, доповнене статистичним та геопросторовим аналізом;
2. Для ескізного проєкту: застосування аналізу документації, мобільних систем збору даних та колективних методів, доповнених польовими обстеженнями ключових точок, з використанням переважно геопросторового аналізу;
3. Для стадії проєкту: комплексне застосування стаціонарних систем збору даних, мобільних систем та компонентів ITS, доповнених польовими обстеженнями та аналізом документації, з інтегрованою комбінацією транспортного моделювання, геопросторового аналізу, статистичних методів та калібрування моделей;
4. Для робочого проєкту: комбінація аналізу документації, мобільних систем збору даних та цільових польових обстежень, доповнена геопросторовим аналізом, калібруванням моделей та статистичними розрахунками;
5. Для робочої документації: поєднання польових обстежень, аналізу документації та мобільних систем збору даних з геопросторовим аналізом як основним аналітичним методом, доповненим статистичними розрахунками та калібруванням технічних параметрів.

Проведений аналіз підтверджує необхідність диференційованого підходу до вибору методів на різних стадіях проєктування. Правильний вибір та поєднання методів дозволяє досягти оптимального балансу між якістю даних та ефективністю використання ресурсів, що є фундаментальною основою для прийняття обґрунтованих рішень щодо розвитку транспортної інфраструктури міст.

4.2.4 Питання стійкої мобільності

Стійка мобільність, розглянута детальніше в 1.5.4, представляє собою концепцію транспортної системи міста, що забезпечує ефективні, безпечні, доступні та екологічно чисті способи пересування з мінімальним негативним впливом на довкілля. Ефективне вирішення питань стійкої мобільності вимагає обґрунтованого підходу до збору та аналізу даних на всіх стадіях проектування для забезпечення збалансованого розвитку транспортної системи. Оцінка ефективності методів проведена відповідно до критеріїв, визначених у підрозділі 4.1.1, із застосуванням методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку А, лист 11.

Аналіз ефективності методів збору даних показав, що на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали аналіз документації, картографічні методи та мобільні системи збору даних. На стадії ескізного проекту до вискоефективних методів додаються колективні та соціальні методи, що забезпечують врахування потреб різних груп користувачів. Стадія проекту демонструє найширший спектр ефективних методів збору даних, включаючи стаціонарні та мобільні системи, транспортну телематику та компоненти ITS, що зумовлено необхідністю комплексного підходу до технічного проектування. На стадіях робочого проекту та робочої документації найвищу ефективність показують аналіз документації, мобільні системи збору даних та польові обстеження, що забезпечують технічну точність розробки.

Щодо методів аналізу даних, найбільш універсальним виявився геопросторовий аналіз, який демонструє високу ефективність на всіх стадіях проектування. Статистичний аналіз має високу ефективність на стадіях ТЕО/ТЕР, проекту та робочого проекту. Транспортне моделювання найбільш ефективно на стадії проекту, коли потрібна детальна оцінка різних сценаріїв розвитку

транспортної системи. Методи калібрування моделей набувають високої ефективності на стадіях проєкту та робочого проєкту, тоді як методи машинного навчання та аналіз великих даних демонструють обмежену ефективність, переважно як допоміжні інструменти.

На основі проведеної оцінки сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: поєднання аналізу документації, картографічних методів, мобільних систем збору даних, доповнене анкетуваннями для визначення транспортних преференцій населення, з використанням статистичного та геопросторового аналізу;
2. Для ескізного проєкту: комбінація аналізу документації, мобільних систем збору даних, колективних методів та вибірових польових обстежень, з використанням геопросторового аналізу, доповненого статистичним аналізом та базовим транспортним моделюванням;
3. Для стадії проєкту: комплексне застосування стаціонарних та мобільних систем збору даних, транспортної телематики, компонентів ITS, аналізу документації та польових обстежень, з інтеграцією транспортного моделювання, геопросторового аналізу, методів калібрування моделей та елементів статистичного аналізу;
4. Для робочого проєкту: поєднання аналізу документації, мобільних систем збору даних, вибірових польових обстежень, з використанням статистичного аналізу, геопросторового аналізу та методів калібрування;
5. Для робочої документації: використання польових обстежень, аналізу документації та мобільних систем збору даних, з застосуванням геопросторового аналізу, доповненого методами калібрування для перевірки відповідності технічних параметрів нормативним вимогам.

Запропоновані комбінації методів враховують специфіку кожної стадії проектування та забезпечують ефективне вирішення питань стійкої мобільності з оптимальним використанням ресурсів та збереженням наступності даних.

4.2.5 Інформаційні проблеми та прозорість

Інформаційні проблеми та прозорість у транспортній системі міста, детально розглянуті в підрозділі 1.5.5, охоплюють комплекс питань, пов'язаних зі збором, обробкою та наданням даних про функціонування транспорту, а також забезпеченням відкритості процесів прийняття рішень щодо його розвитку. Ефективне вирішення цих проблем потребує науково обґрунтованого підходу до вибору методів збору та аналізу даних на кожній стадії проектування. Оцінка ефективності методів проведена на основі критеріїв, визначених у підрозділі 4.1.1, із застосуванням методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку А, лист 12.

Аналіз ефективності методів збору даних виявив, що на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали анкетування та соціологічні опитування, аналіз документації та картографічні методи, а також колективні та соціальні методи. На стадії ескізного проєкту високу ефективність зберігають анкетування, аналіз документації, мобільні системи збору даних та колективні методи. Стадія проєкту характеризується найбільшою кількістю високоефективних методів, включаючи анкетування, аналіз документації, стаціонарні та мобільні системи, бездротові технології та колективні методи. На стадії робочого проєкту найвищу оцінку отримали аналіз документації, мобільні системи збору даних та бездротові технології, а на стадії робочої документації – аналіз документації та мобільні системи збору даних.

Щодо методів аналізу даних, статистичний аналіз демонструє високу ефективність на всіх стадіях проектування завдяки своїй універсальності в

обробці різноманітних показників. Геопросторовий аналіз має високу інтегральну оцінку на стадіях ТЕО/ТЕР, ескізного проєкту, проєкту та робочого проєкту. Транспортне моделювання найбільш ефективно на середніх стадіях проєктування. Методи машинного навчання та аналіз великих даних мають обмежену ефективність, досягаючи достатнього рівня лише на стадії проєкту. Калібрування моделей має достатню ефективність на стадіях проєкту та робочого проєкту.

На основі проведеної оцінки сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: комбінування анкетування, аналізу документації та колективних методів для збору даних про інформаційні потреби користувачів, з використанням статистичного та геопросторового аналізу для систематизації даних та картографування інформаційних потреб;
2. Для ескізного проєкту: використання анкетування, аналізу документації, мобільних систем збору даних та колективних методів, з аналізом даних на основі геопросторового аналізу, статистичного аналізу та аналізу великих даних;
3. Для стадії проєкту: комплексне застосування анкетування, аналізу документації, стаціонарних та мобільних систем збору даних, бездротових технологій та колективних методів, з використанням статистичного аналізу, геопросторового аналізу та аналізу великих даних;
4. Для робочого проєкту: використання аналізу документації, мобільних систем збору даних та бездротових технологій, з додатковим застосуванням анкетування та колективних методів, аналізуючи дані за допомогою статистичного аналізу, геопросторового аналізу та методів калібрування;

5. Для робочої документації: застосування аналізу документації та мобільних систем збору даних, доповнених анкетуванням та бездротовими технологіями, з використанням статистичного та геопросторового аналізу.

Послідовне впровадження рекомендованих комбінацій методів дозволяє забезпечити ефективне вирішення інформаційних проблем та підвищення прозорості транспортної системи міста на всіх стадіях проектування, з оптимальним використанням ресурсів та дотриманням необхідного рівня точності.

4.2.6 Безпека дорожнього руху

Безпека дорожнього руху є комплексною транспортною проблемою, детально розглянутою в підрозділі 1.5.6, яка охоплює проектування дорожньої інфраструктури, організацію руху, поведінку учасників, технічний стан транспортних засобів та нормативно-правове регулювання. Ефективне вирішення цієї проблеми вимагає обґрунтованого підходу до вибору методів збору та аналізу даних на кожній стадії проектування. Оцінка ефективності методів проведена на основі шести критеріїв, визначених у підрозділі 4.1.1, із застосуванням методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку А, лист 13.

Аналіз ефективності методів збору даних показав, що на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали аналіз документації та мобільні системи збору даних, які забезпечують оптимальне співвідношення між достовірністю та економічною ефективністю при зборі статистики ДТП та визначенні аварійно-небезпечних ділянок. На стадії ескізного проєкту ефективними виявилися польові обстеження, анкетування, аналіз документації, мобільні системи та колективні методи, які забезпечують комплексне розуміння факторів безпеки при формуванні концептуальних рішень. Стадія проєкту характеризується високою

ефективністю широкого спектру методів, включаючи польові обстеження, стаціонарні та мобільні системи, бездротові технології, транспортну телематику та компоненти ITS, що забезпечують детальні дані для розробки технічних рішень з підвищення безпеки. На стадіях робочого проєкту та робочої документації найвищу оцінку отримали польові обстеження, аналіз документації та мобільні системи збору даних, які забезпечують необхідну точність для розробки технічної документації.

Щодо методів аналізу даних, на стадії ТЕО/ТЕР найбільш ефективними виявилися статистичний та геопросторовий аналіз. На стадії ескізного проєкту геопросторовий аналіз зберігає високу ефективність для візуалізації проблемних зон. Стадія проєкту характеризується високою ефективністю всіх розглянутих методів аналізу, включаючи статистичний аналіз, транспортне моделювання, геопросторовий аналіз, методи машинного навчання, аналіз великих даних та калібрування моделей. На стадії робочого проєкту найвищу ефективність демонструють статистичний аналіз, геопросторовий аналіз та калібрування моделей, а на стадії робочої документації – переважно геопросторовий аналіз.

На основі проведеної оцінки сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: поєднання аналізу документації, мобільних систем збору даних з елементами анкетування та колективних методів, доповнене статистичним та геопросторовим аналізом;
2. Для ескізного проєкту: комбінація польових обстежень, анкетування, аналізу документації, мобільних систем та колективних методів збору даних, з використанням геопросторового аналізу та елементів статистичного аналізу й транспортного моделювання;
3. Для стадії проєкту: комплексне застосування польових обстежень, стаціонарних та мобільних систем, бездротових технологій, телематики та

компонентів ITS, з інтеграцією всіх методів аналізу для детального обґрунтування технічних рішень;

4. Для робочого проєкту: поєднання польових обстежень, аналізу документації, мобільних систем збору даних та стаціонарних систем, з використанням статистичного та геопросторового аналізу, калібрування моделей та транспортного моделювання для перевірки функціональності рішень;
5. Для робочої документації: застосування польових обстежень, аналізу документації та мобільних систем збору даних, з використанням геопросторового аналізу, доповненого статистичним аналізом та калібруванням для забезпечення точності технічних параметрів.

Інтегрований підхід, що поєднує різні методи збору та аналізу даних відповідно до специфіки кожної стадії проєктування, забезпечує всебічне врахування аспектів безпеки дорожнього руху від виявлення проблемних зон до деталізації конструктивних елементів для підвищення безпеки транспортної системи.

4.2.7 Раціональне використання міського простору

Проблема раціонального використання міського простору, детально розглянута в підрозділі 1.5.7, є однією з ключових для сучасного міського розвитку. Оптимальний розподіл обмежених територіальних ресурсів міста між різними функціями безпосередньо впливає на якість міського середовища, ефективність функціонування транспортної системи та соціально-економічний розвиток територій. Вирішення цієї проблеми потребує обґрунтованого підходу до збору та аналізу даних для прийняття виважених рішень на кожній стадії проєктування. Оцінка ефективності методів проведена на основі критеріїв,

визначених у підрозділі 4.1.1, із застосуванням методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку А, лист 14.

Аналіз ефективності методів збору даних виявив, що на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали аналіз документації, картографічні методи та мобільні системи збору даних. Ці методи демонструють оптимальне співвідношення між економічною ефективністю, комплексністю та практичною застосовністю при формуванні стратегічного бачення розвитку міського простору. На стадії ескізного проєкту найбільш ефективними виявились польові обстеження, аналіз документації, мобільні системи збору даних, анкетування та колективні методи, що забезпечують збір даних для розробки концептуальних рішень. На стадії проєкту високу інтегральну оцінку отримали аналіз документації, стаціонарні та мобільні системи збору даних, а також компоненти ITS, які забезпечують точність та комплексність даних для детального проєктування. На стадіях робочого проєкту та робочої документації найефективнішими є аналіз документації, мобільні системи збору даних та польові обстеження, що забезпечують необхідну деталізацію для інженерно-технічних рішень.

Щодо методів аналізу даних, на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали статистичний та геопросторовий аналіз. На стадії ескізного проєкту геопросторовий аналіз залишається найбільш ефективним для візуалізації концептуальних рішень. Стадія проєкту характеризується високою ефективністю статистичного аналізу, транспортного моделювання, геопросторового аналізу та аналізу великих даних, що забезпечують комплексне обґрунтування проєктних рішень. На стадії робочого проєкту найвищу ефективність демонструють статистичний аналіз, геопросторовий аналіз та калібрування моделей, а на стадії робочої документації – переважно геопросторовий аналіз.

На основі проведеної оцінки сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: комбінація аналізу документації та мобільних систем збору даних, доповнена вибірковими польовими обстеженнями та анкетуваннями, з використанням статистичного та геопросторового аналізу;
2. Для ескізного проєкту: використання польових обстежень, аналізу документації, мобільних систем збору даних та колективних методів, з геопросторовим аналізом, доповненим статистичним аналізом та обмеженим транспортним моделюванням;
3. Для стадії проєкту: комплексна комбінація аналізу документації, стаціонарних та мобільних систем збору даних, компонентів ITS, польових обстежень та анкетування, з інтеграцією статистичного, геопросторового аналізу, транспортного моделювання, аналізу великих даних та калібрування моделей;
4. Для робочого проєкту: фокусування на аналізі документації та мобільних системах збору даних, доповнених цільовими польовими обстеженнями, з використанням статистичного та геопросторового аналізу, доповнених калібруванням моделей;
5. Для робочої документації: обмежена комбінація польових обстежень, аналізу документації та мобільних систем збору даних, з геопросторовим та статистичним аналізом для забезпечення точності технічної документації.

Запропоновані комбінації методів забезпечують оптимальний баланс між якістю даних та ефективністю використання ресурсів на кожній стадії проєктування, створюючи основу для прийняття обґрунтованих рішень щодо раціонального використання міського простору.

4.2.8 Екологічні проблеми міського транспорту

Екологічні проблеми міського транспорту, детально розглянуті в підрозділі 1.5.4, являють собою комплекс негативних впливів транспортних систем на навколишнє середовище та здоров'я населення. Ці впливи включають забруднення повітря шкідливими речовинами, шумове забруднення, вібрацію, фрагментацію природних територій, утворення відходів та вклад у зміну клімату. Ефективне вирішення екологічних проблем транспорту вимагає обґрунтованого підходу до збору та аналізу даних на кожній стадії проектування. Оцінка ефективності методів проведена на основі критеріїв, визначених у підрозділі 4.1.1, із застосуванням методичного підходу, описаного в підрозділі 4.1.2. Детальні результати оцінки представлені у додатку А, лист 15.

Аналіз ефективності методів збору даних демонструє, що на стадії ТЕО/ТЕР найвищу інтегральну оцінку отримали аналіз документації та картографічні методи, мобільні системи збору даних, а також колективні та соціальні методи. Ці підходи забезпечують оптимальний баланс між економічною ефективністю та комплексністю зібраної екологічної інформації. На стадії ескізного проєкту ефективними виявилися польові обстеження, анкетування, аналіз документації, мобільні системи та колективні методи, що дозволяють отримати інформацію для просторового розподілу екологічних показників. На стадії проєкту високу ефективність демонструють польові обстеження, аналіз документації, стаціонарні та мобільні системи, транспортна телематика та компоненти ITS, які забезпечують точність даних для екологічних розрахунків. На стадіях робочого проєкту та робочої документації найефективнішими є польові обстеження, аналіз документації та мобільні системи збору даних, що забезпечують точну інформацію для технічних рішень екологічної інфраструктури.

Щодо методів аналізу даних, на стадії ТЕО/ТЕР найбільш ефективними виявилися статистичний аналіз, транспортне моделювання та геопросторовий аналіз. На стадії ескізного проєкту високу ефективність зберігають статистичний аналіз, транспортне моделювання та геопросторовий аналіз, особливо важливий для візуалізації екологічних показників. На стадії проєкту максимальну ефективність демонструють статистичний аналіз, транспортне моделювання, геопросторовий аналіз та калібрування моделей. На стадіях робочого проєкту та робочої документації високу ефективність зберігають статистичний аналіз, геопросторовий аналіз та калібрування моделей, тоді як інші методи мають обмежену цінність для технічної документації.

На основі проведеної оцінки сформовано рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів:

1. Для стадії ТЕО/ТЕР: поєднання аналізу документації та картографічних методів для базової оцінки екологічної ситуації, мобільних систем збору даних для вибірових вимірювань та колективних методів для визначення суб'єктивного сприйняття екологічних проблем, з використанням статистичного аналізу, геопросторового аналізу та транспортного моделювання;
2. Для ескізного проєкту: застосування польових обстежень, аналізу документації, анкетування та мобільних систем збору даних, з використанням геопросторового аналізу для візуалізації екологічних рішень, доповненого статистичним аналізом та транспортним моделюванням;
3. Для стадії проєкту: комплексне застосування стаціонарних систем збору даних для точних вимірювань екологічних параметрів, польових обстежень, мобільних систем та компонентів ITS, з використанням

транспортного моделювання, геопросторового аналізу, статистичного аналізу та методів калібрування;

4. Для робочого проєкту: використання польових обстежень, аналізу документації та мобільних систем збору даних, з застосуванням геопросторового аналізу, статистичного аналізу та методів калібрування;
5. Для робочої документації: поєднання польових обстежень та аналізу документації як основних методів, доповнених мобільними системами, з використанням геопросторового аналізу для точних робочих креслень, статистичного аналізу для розрахунку конструктивних елементів та калібрування для перевірки відповідності екологічним нормативам.

Запропоновані комбінації методів забезпечують ефективне вирішення екологічних проблем міського транспорту на кожній стадії проєктування з оптимальним використанням ресурсів та врахуванням як технічних, так і соціальних аспектів.

4.3 Загальні рекомендації та методологічний розвиток підходів

На основі проведеного аналізу ефективності методів збору та аналізу транспортних даних сформовано комплекс рекомендацій щодо їх практичного застосування та подальшого методологічного розвитку:

Забезпечення наступності даних між стадіями проєктування. Формування єдиної інформаційної бази проєкту з узгодженими форматами даних, чіткою документацією джерел та методології обробки. Це запобігає втраті інформації, дублюванню зусиль та забезпечує узгодженість прийнятих рішень.

Диференційований підхід до вибору методів. Вибір методів з урахуванням стадії проєктування, характеру транспортної проблеми та доступних ресурсів. На ранніх стадіях пріоритет має економічна ефективність, на середніх – комплексність, на пізніх – інженерна точність.

Пріоритетне використання універсальних методів при обмежених ресурсах. При обмеженому бюджеті фокусуватися на методах з високою універсальністю – аналізі документації, мобільних системах збору даних, геопросторовому та статистичному аналізі, які забезпечують базовий рівень інформаційного забезпечення.

Поєднання кількісних та якісних методів. Збалансоване використання технічних методів збору даних та досліджень громадської думки для врахування як об'єктивних параметрів транспортних систем, так і суб'єктивних потреб користувачів.

Інтеграція геоінформаційних технологій як універсальної платформи для зберігання, аналізу та візуалізації транспортних даних на всіх стадіях проектування, що забезпечує просторову узгодженість рішень.

Стратегічне впровадження компонентів ITS з урахуванням їх максимальної ефективності на стадії проекту та можливості подальшого використання на наступних стадіях, що вимагає чіткої архітектури системи збору даних.

Валідація моделей на критичних етапах проектування, особливо на стадіях проекту та робочого проекту для забезпечення достовірності прогнозів та технічних розрахунків.

Розробка інтегрованих систем збору та аналізу даних, що об'єднують різні джерела (стаціонарні сенсори, мобільні пристрої, ГІС, соціологічні дослідження) в єдину інформаційну платформу, підвищуючи комплексність та достовірність інформаційного забезпечення.

Адаптація методів до специфіки українських міст з урахуванням особливостей історичної забудови, транспортної поведінки населення, системи фінансування та нормативно-правового поля.

Впровадження технологій штучного інтелекту для аналізу відеоінформації, прогнозування транспортних потоків, оптимізації маршрутної мережі та моделювання поведінки користувачів, що підвищить ефективність аналізу даних. Розвиток партисипативних методів через впровадження мобільних додатків для краудсорсингу даних, організацію громадського моніторингу, створення прозорих механізмів обробки та візуалізації інформації, що підвищить соціальну прийнятність рішень.

Стандартизація оцінки якості даних через розробку протоколів верифікації, процедур валідації та критеріїв оцінки точності, що підвищить надійність проєктних рішень.

Інтеграція з технологіями "розумного міста", що забезпечить комплексний підхід до управління міською інфраструктурою та оптимізує витрати на створення систем збору даних.

Розвиток методів оцінки економічної ефективності збору та аналізу даних через моделі розрахунку окупності інвестицій та прогнозування довгострокових ефектів, що дозволить оптимізувати витрати на інформаційне забезпечення проєктів.

Впровадження цих рекомендацій забезпечить більш обґрунтоване прийняття рішень щодо розвитку транспортних систем українських міст, підвищення якості міського середовища та оптимізацію використання ресурсів при реалізації транспортних проєктів.

4.4 Висновки до розділу 4

У результаті проведеного дослідження ефективності методів збору та аналізу даних для вирішення транспортних проблем міст сформовано комплексну методологічну основу для обґрунтованого вибору оптимальних підходів до

інформаційного забезпечення транспортних проєктів. Основні результати дослідження дозволяють зробити наступні висновки.

Розроблено науково обґрунтовану систему критеріїв оцінки ефективності методів збору та аналізу транспортних даних, яка включає: достовірність та точність даних, економічну ефективність, комплексність та інтегрованість, практичну застосовність, сталість та адаптивність, соціальний аспект та взаємодію з користувачами. Кожен критерій має чітке нормативне обґрунтування, що забезпечує відповідність оцінки вимогам вітчизняної нормативно-правової бази та міжнародним стандартам.

Встановлено чітку закономірність зміни значущості критеріїв оцінки залежно від стадії проєктування. На стадії ТЕО/ТЕР пріоритетними є економічна ефективність, комплексність та достовірність даних; на стадії ЕП – практична застосовність, комплексність та соціальний аспект; на стадії П – достовірність, комплексність та практична застосовність; на стадії РП – економічна ефективність, практична застосовність та сталість; на стадії Р – економічна ефективність, достовірність та практична застосовність.

Виявлено стійкі закономірності щодо ефективності методів збору даних на різних стадіях проєктування:

1. Аналіз документації та мобільні системи збору даних демонструють стабільно високу ефективність на всіх стадіях проєктування для більшості транспортних проблем
2. Польові обстеження показують зростання ефективності від ранніх до пізніх стадій
3. Стаціонарні системи збору даних, компоненти ITS та телематика найбільш ефективні на стадії проєкту
4. Анкетування та колективні методи найбільш цінні на ранніх стадіях (ТЕО/ТЕР, ЕП)

Аналіз ефективності методів обробки даних дозволив виявити наступні закономірності:

1. Геопросторовий аналіз демонструє високу ефективність на всіх стадіях проєктування
2. Статистичний аналіз найбільш універсальний, з високою ефективністю для більшості транспортних проблем
3. Транспортне моделювання досягає максимальної ефективності на стадії проєкту
4. Методи машинного навчання та аналіз великих даних мають обмежену ефективність, переважно на стадії проєкту
5. Калібрування моделей набуває значущості на середніх та пізніх стадіях проєктування

Встановлено, що ефективність методів суттєво варіюється залежно від характеру транспортної проблеми. Для вирішення проблем заторів та перевантаження найбільш ефективними є методи збору даних про інтенсивність та швидкість потоків; для питань громадського транспорту – методи дослідження пасажиропотоків; для проблем планування інфраструктури – комплексні геопросторові методи; для забезпечення стійкої мобільності та вирішення екологічних проблем – поєднання технічних та соціальних методів.

Розроблено рекомендації щодо оптимальних комбінацій методів для різних стадій проєктування, які дозволяють досягти балансу між якістю даних та економічною ефективністю їх збору та аналізу. Визначено, що для забезпечення наступності даних між стадіями проєктування необхідна інтеграція різних методів у єдину інформаційну систему з уніфікованими форматами та протоколами обміну даними.

Отримані результати мають значну практичну цінність і можуть бути використані проєктними організаціями, муніципальними органами влади та

науково-дослідними установами для підвищення ефективності інформаційного забезпечення проєктів транспортної інфраструктури та оптимізації витрат на збір та аналіз транспортних даних. Розроблені рекомендації створюють методологічну основу для формування комплексних програм розвитку транспортних систем українських міст з урахуванням їх специфіки та відповідно до принципів сталого розвитку.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження методів збору та аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст отримано комплекс теоретичних та практичних результатів, що дозволяють сформулювати наступні висновки.

Аналіз понять транспортного планування та моделювання показав, що функціонування ефективної транспортної системи міста вимагає системного підходу до збору та аналізу даних. Транспортне моделювання, особливо чотириетапна модель, залишається ключовим інструментом транспортного планування, проте його ефективність обмежується доступністю та якістю вихідних даних. Дослідження виявило, що сучасні підходи до моделювання потребують різноманітних деталізованих даних, зокрема щодо транспортної поведінки населення, які в українських реаліях часто відсутні або збираються за застарілими методиками.

Вивчення нормативно-правової бази засвідчило суттєві прогалини в регулюванні використання сучасних інформаційних технологій для транспортного планування. Нормативна база України демонструє фрагментарність та неузгодженість, особливо щодо стандартів транспортного моделювання, використання технологій Big Data та впровадження інтелектуальних транспортних систем. Порівняльний аналіз з європейськими стандартами виявив значне відставання від вимог Директиви ЄС 2010/40/EU та практики впровадження Планів сталої міської мобільності, що створює бар'єри для системного впровадження сучасних методів збору та аналізу транспортних даних.

Дослідження методів збору та аналізу транспортної інформації на різних стадіях проектування дозволило встановити диференційовані вимоги до даних для кожного етапу. На ранніх стадіях (ТЕО/ТЕР) достатньою є агрегована інформація про транспортні потоки та доступність, тоді як стадія проекту вимагає

детальних даних про інтенсивність руху та пасажиропотоки. На завершальних стадіях (РП, Р) необхідна інженерно-технічна точність даних про геометричні параметри об'єктів. Виявлено, що відсутність наступності даних між стадіями проектування є поширеною проблемою, яка знижує ефективність транспортного планування.

Аналіз джерел та проблем збору вихідних транспортних даних в українському контексті виявив комплекс специфічних обмежень, серед яких ключовими є інституційна фрагментація, недостатня цифровізація систем збору даних, застаріла методологія обліку, обмежене використання сучасних технологій, фінансові обмеження та неповнота даних про приватних перевізників. Ці фактори створюють суттєві перешкоди для формування комплексної інформаційної бази транспортного планування, особливо на рівні середніх та малих міст України.

Детальне вивчення транспортних проблем сучасних міст показало їхній взаємопов'язаний та багатовимірний характер. Затори, недосконалість громадського транспорту, неефективне планування інфраструктури, проблеми сталої мобільності, інформаційні прогалини, низька безпека руху, нераціональне використання простору та екологічні аспекти формують комплексну проблематику, що вимагає системного підходу до збору та аналізу даних. Встановлено, що переважна більшість українських міст характеризується фрагментарністю даних про ці проблеми, що обмежує можливості ефективного транспортного планування.

Аналіз методів збору транспортних даних виявив трансформацію від традиційних підходів до автоматизованих систем. Традиційні методи (польові обстеження, анкетування, аналіз документації) зберігають актуальність через доступність та низьку вартість, але мають обмеження щодо точності та охоплення. Сучасні методи, зокрема стаціонарні та мобільні системи збору даних,

бездротові технології, транспортна телематика та компоненти ITS, забезпечують безперервний моніторинг у режимі реального часу, але потребують значних інвестицій та технічної експертизи. Систематизація методів аналізу транспортних даних показала різноманіття підходів, від фундаментального статистичного та геопросторового аналізу до прогресивних технологій машинного навчання та Big Data.

Порівняльний аналіз зарубіжного та українського досвіду засвідчив глибокий розрив у підходах до збору та аналізу транспортних даних. Провідні міста світу впроваджують інтегровані системи з повним покриттям транспортної мережі, глибокою інтеграцією компонентів та відкритістю даних, тоді як український досвід характеризується фрагментарністю, відсутністю стандартизації та низьким рівнем інтеграції. Однак аналіз виявив позитивні тенденції в окремих українських містах, особливо в рамках проєктів міжнародної технічної допомоги, що створює потенціал для подальшого розвитку.

Розроблена система критеріїв оцінки ефективності методів збору та аналізу транспортних даних, що включає достовірність, економічну ефективність, комплексність, практичну застосовність, сталість та соціальний аспект, дозволила провести об'єктивне оцінювання різних методів. Встановлено закономірності зміни значущості критеріїв залежно від стадії проєктування: на ранніх стадіях пріоритетними є економічна ефективність та комплексність, на середніх – достовірність та практична застосовність, на пізніх – точність та технічна відповідність.

Оцінка ефективності методів для вирішення різних транспортних проблем виявила, що аналіз документації та мобільні системи збору даних демонструють високу універсальність на всіх стадіях проєктування; геопросторовий та статистичний аналіз є найбільш ефективними методами аналізу для більшості транспортних проблем; стаціонарні системи, компоненти ITS та транспортне

моделювання досягають максимальної ефективності на стадії проєкту. Методи машинного навчання та аналіз великих даних мають обмежену ефективність в українських реаліях через брак даних та технічні обмеження.

На основі проведеного дослідження розроблено методичний підхід до вибору оптимальних комбінацій методів для різних стадій проєктування та різних транспортних проблем. Ключовими елементами підходу є забезпечення наступності даних між стадіями, диференціація методів відповідно до характеру проблеми, пріоритетне використання універсальних методів при обмежених ресурсах, інтеграція геоінформаційних технологій та поетапне впровадження компонентів інтелектуальних транспортних систем.

Про основні положення даного дослідження було зроблено доповідь на V-ій Всеукраїнській науково-технічній Інтернет-конференції «Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства», яка відбулася 23–25 квітня 2025 року в м. Рівне. У межах виступу було презентовано ключові аспекти дослідження, зокрема актуальні проблеми збору транспортних даних, їх роль у міському плануванні, а також сучасні методи збору та аналізу інформації для вирішення транспортних питань міст. На основі представлених тез готується наукова публікація, присвячена методологічним підходам до організації транспортного обстеження. Сертифікат про участь у конференції наведено в Додатку А.

Таким чином, результати дослідження створюють методологічну основу для підвищення ефективності збору та аналізу транспортних даних в українських містах, що сприятиме покращенню транспортного планування, оптимізації використання ресурсів та підвищенню якості міського середовища. Практичне впровадження розроблених рекомендацій дозволить наблизити вітчизняні практики до європейських стандартів при збереженні адаптованості до специфічних умов українських міст.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision / United Nations Department of Economic and Social Affairs. – New York: United Nations, 2018. – 126 с.
2. Палеха Ю. М. Транспортно-містобудівні проблеми великих міст України: досвід та перспективи: монографія / Ю. М. Палеха. – Київ: Інститут Урбаністики, 2019. – 182 с.
3. Гук В. І. Транспортне планування міст: підручник / В. І. Гук, Ю. М. Шкодовський. – Харків: ХНУБА, 2019. – 274 с.
4. Вукан Р. В. Транспорт у містах, зручних для життя / Р. В. Вукан, Д. Морпур, П. Брінкерхофф ; пер. з англ. О. Демченко. – Київ: Видавництво "К.І.С.", 2020. – 288 с.
5. Litman T. Planning Principles and Practices: comprehensive guide to the planning process / T. Litman. – Victoria Transport Policy Institute, 2023. – 64 p.
6. Sheffi Y. Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods / Y. Sheffi. – New York: Prentice-Hall, 2021. – 416 p.
7. Кристопчук М. Є. Транспортне планування міст: навч. посібник / М. Є. Кристопчук, О. О. Лобашов. – Харків: ХНАДУ, 2020. – 228 с.
8. Про Національну програму інформатизації : Закон України від 04.02.1998 р. № 74/98-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1998. – № 27-28.
9. Про електронні документи та електронний документообіг : Закон України від 22.05.2003 р. № 851-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 36.
10. Про електронні довірчі послуги : Закон України від 05.10.2017 р. № 2155-VIII // Відомості Верховної Ради України. – 2017. – № 45.
11. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. [Чинний від 2018-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 55 с.

12. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. – Вид. офіц. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 177 с.
13. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р // Офіційний вісник України. – 2018. – № 52.
14. Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport // Official Journal of the European Union. – 2010. – L 207.
15. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13.04.2020 р. № 554-IX // Відомості Верховної Ради України. – 2020. – № 37.
16. Про містобудівний кадастр : Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 р. № 559 // Офіційний вісник України. – 2011. – № 41.
17. СОУ 42.1-37641918-038:2016. Паспорт автомобільної дороги. [Чинний від 2016-08-01]. – Вид. офіц. – Київ : Укравтодор, 2016. – 131 с.
18. Про захист персональних даних : Закон України від 01.06.2010 р. № 2297-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2010. – № 34.
19. Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure // Official Journal of the European Union. – 2014. – L 307.
20. Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan / Rupperecht Consult. – 2nd ed. – Brussels : European Commission, 2019. – 166 p.
21. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) // Official Journal of the European Union. – 2007. – L 108.
22. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. [Чинний від 2014-10-01]. – Вид. офіц. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 36 с.

23. Дмитриченко М. Ф. Транспортні технології в системах логістики : підручник / М. Ф. Дмитриченко, М. М. Дмитрієв, П. Р. Левковець. – Київ : НТУ, 2019. – 336 с.
24. Hess A. Privacy in Transport? Assessing the Risks of Location Data Sharing in Intelligent Transportation Systems / A. Hess, P. Hummel, S. Voeneke, F. Baldimtsi // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. – 2022. – Vol. 156.
25. Заставецька Л. Б. Проблеми транспортної інфраструктури міст України / Л. Б. Заставецька, Т. Б. Заставецький // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. – 2021. – № 1.
26. Парубець О. М. Інноваційні підходи до розвитку транспортної логістики в умовах цифровізації / О. М. Парубець, Д. О. Сугоняко, Ю. В. Краснянська // *Ефективна економіка*. – 2020. – № 8. – DOI: 10.32702/2307-2105-2020.8.51
27. Гуменюк І. Д. Порівняльний аналіз українських та європейських методик транспортного планування / І. Д. Гуменюк, М. Є. Кристопчук // *Міське господарство України*. – 2022. – № 3.
28. Яцківський Л. Ю. Проблеми та перспективи розвитку інтелектуальних транспортних систем в Україні / Л. Ю. Яцківський, Д. В. Зеркалов // *Вісник Національного транспортного університету*. – 2021. – № 2(49).
29. Маруніч В. С. Економічні аспекти транспортного планування: монографія / В. С. Маруніч, І. Ф. Шпильовий, В. С. Харута. – Київ : НТУ, 2020. – 212 с.
30. Чернишов О. О. Проблеми регулювання діяльності приватних перевізників в Україні: економіко-правовий аспект / О. О. Чернишов, Г. С. Григор'єв // *Юридичний вісник. Повітряне і космічне право*. – 2021. – № 3(60).
31. Goldman T. Sustainable Urban Transport: Four Innovative Directions / T. Goldman, R. Gorham // *Technology in Society*. – 2020. – Vol. 42, № 2.

32. Global status report on road safety 2022 / World Health Organization. – Geneva : WHO, 2022. – 424 p.
33. Gehl J. Cities for People / J. Gehl ; пер. з англ. О. Любарська. – Київ : Основи, 2018. – 288 с.
34. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease / World Health Organization. – Geneva : WHO, 2022. – 131 p.
35. Ortúzar J. D. Modelling transport / J. D. Ortúzar, L. G. Willumsen. – 4-те вид. – Чічестер: John Wiley & Sons, 2011.
36. Highway Capacity Manual. – Вашингтон: Transportation Research Board, 2016.
37. Leduc G. Road traffic data: Collection methods and applications / G. Leduc. – Люксембург: European Commission, Joint Research Centre, 2008.
38. Richardson A. J. Survey methods for transport planning / A. J. Richardson, E. S. Ampt, A. H. Meyburg. – Мельбурн: Eucalyptus Press, 1995.
39. Stopher P. R. Household travel surveys: Where are we going? / P. R. Stopher, S. P. Greaves // Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2007. – Т. 41, № 5.
40. Zmud J. Transport survey methods: Best practice for decision making / J. Zmud, M. Lee-Gosselin, M. Munizaga, J. A. Carrasco. – Бінглі: Emerald Group Publishing, 2013.
41. Clifton K. J. Qualitative methods in travel behaviour research / K. J. Clifton, S. L. Handy // Proceedings of the International Conference on Transport Survey Quality and Innovation. – Крюгер Парк, 2001.
42. Rodrigue J. P. The geography of transport systems / J. P. Rodrigue, C. Comtois, B. Slack. – 4-те вид. – Нью-Йорк: Routledge, 2016.
43. Thill J. C. Spatial analysis and location modeling in urban and regional systems / J. C. Thill. – Берлін: Springer, 2018.

44. Meyer M. D. Urban transportation planning: A decision-oriented approach / M. D. Meyer, E. J. Miller. – Нью-Йорк: McGraw-Hill Education, 2014.
45. Klein L. A. Sensor technologies and data requirements for ITS / L. A. Klein. – Бостон: Artech House, 2001.
46. Mimbela L. E. Y. Summary of vehicle detection and surveillance technologies used in intelligent transportation systems / L. E. Y. Mimbela, L. A. Klein. – Вашингтон: Federal Highway Administration, 2007.
47. Bachmann C. A comparative assessment of multi-sensor data fusion techniques for freeway traffic speed estimation using microsimulation modeling / C. Bachmann, B. Abdulhai, M. J. Roorda, B. Moshiri // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2013. – Т. 26.
48. Klein L. A. Traffic detector handbook / L. A. Klein, M. K. Mills, D. R. Gibson. – 3-тє вид. – Вашингтон: Federal Highway Administration, 2006. – С. 156-172.
49. Herrera J. C. Evaluation of traffic data obtained via GPS-enabled mobile phones: The Mobile Century field experiment / J. C. Herrera, D. B. Work, R. Herring, X. Ban, Q. Jacobson, A. M. Bayen // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2010. – Т. 18, № 4.
50. Khan M. A. UAV-based traffic analysis: A universal guiding framework based on literature survey / M. A. Khan, W. Ectors, T. Bellemans, D. Janssens, G. Wets // Transportation Research Procedia. – 2018. – Т. 22.
51. Li X. Accuracy and reliability of multi-GNSS real-time precise positioning: GPS, GLONASS, BeiDou, and Galileo / X. Li, M. Ge, X. Dai, X. Ren, M. Fritsche, J. Wickert, H. Schuh // Journal of Geodesy. – 2015. – Т. 89, № 6.
52. Barceló J. Travel time forecasting and dynamic origin-destination estimation for freeways based on Bluetooth traffic monitoring / J. Barceló, L. Montero, L. Marqués, C. Carmona // Transportation Research Record. – 2010. – Т. 2175, № 1.

53. Bullock D. M. Automated measurement of wait times at airport security: Deployment at Indianapolis International Airport, Indiana / D. M. Bullock, R. Haseman, J. S. Wasson, R. Spitler // *Transportation Research Record*. – 2010. – Т. 2177, № 1.
54. Friesen M. R. Bluetooth in intelligent transportation systems: A survey / M. R. Friesen, R. D. McLeod // *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*. – 2015. – Т. 13, № 3.
55. Богомазов С. А. Телематичні системи на транспорті: принципи функціонування та перспективи розвитку / С. А. Богомазов // *Вісник Національного транспортного університету*. – Київ, 2018. – Вип. 42.
56. Gillis D. How to monitor sustainable mobility in cities? Literature review in the frame of creating a set of sustainable mobility indicators / D. Gillis, I. Semanjski, D. Lauwers // *Sustainability*. – 2016. – Т. 8, № 1.
57. Zanella A. Internet of things for smart cities / A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, M. Zorzi // *IEEE Internet of Things Journal*. – 2014. – Т. 1, № 1.
58. Кравченко О. П. Концепція Інтернету речей в інтелектуальних транспортних системах / О. П. Кравченко, О. П. Сакно, О. В. Лукічов // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – Сєвєродонецьк, 2020. – № 2(258).
59. Ezell S. Intelligent transportation systems / S. Ezell // *The Information Technology & Innovation Foundation (ITIF)*. – Вашингтон, 2010.
60. Вікович І. А. Розробка методу забезпечення пріоритету маршрутним транспортним засобам на регульованих перехрестях / І. А. Вікович, Р. М. Зубачик // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – Харків, 2017. – № 1(3).
61. Figueiredo L. Towards the development of intelligent transportation systems / L. Figueiredo, I. Jesus, J. T. Machado, J. R. Ferreira, J. M. De Carvalho // *IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings*. – Окленд, 2001.

62. Автоматизовані системи збору оплати проїзду: світовий досвід та перспективи впровадження в Україні // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ, 2021. – № 109.
63. Misra A. Crowdsourcing and its application to transportation data collection and management / A. Misra, A. Gooze, K. Watkins, M. Asad, C. A. Le // Transportation Research Record. – 2014. – Т. 2414, № 1.
64. Calabrese F. Urban sensing using mobile phone network data: A survey of research / F. Calabrese, L. Ferrari, V. D. Blondel // ACM Computing Surveys (CSUR). – 2015. – Т. 47, № 2.
65. Богатов О. І. Використання анонімізованих даних мобільних операторів для планування міської мобільності / О. І. Богатов, В. М. Попов, П. А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків, 2020. – № 1(31).
66. Лобашов О. О. Партисипативний підхід до планування міської мобільності: європейський досвід та українські реалії / О. О. Лобашов, К. В. Доля // Комунальне господарство міст. – Харків, 2019. – Т. 6, № 152.
67. Washington S. Statistical and econometric methods for transportation data analysis / S. Washington, M. G. Karlaftis, F. Mannering, P. Anastasopoulos. – 3-тє вид. – Бока-Ратон: CRC Press, 2020.
68. Barceló J. Fundamentals of traffic simulation / J. Barceló. – Нью-Йорк: Springer, 2010. – С. 45-73; Гук В. І. Теорія транспортних потоків: методи та моделі організації дорожнього руху / В. І. Гук. – Київ: НТУ, 2021.
69. Бондаренко І. В. ПІС-моделювання транспортних потоків у містах України / І. В. Бондаренко, С. В. Дубова // Містобудування та територіальне планування. – Київ, 2020. – № 72.
70. Осетрін М. М. Використання методології Space Syntax для аналізу вуличної мережі міст України / М. М. Осетрін, Т. О. Гончар // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – Київ, 2021. – № 59.

71. Vlahogianni E. I. Short-term traffic forecasting: Where we are and where we're going / E. I. Vlahogianni, M. G. Karlaftis, J. C. Golias // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2014. – Т. 43.
72. Богатов А. О. Технології Big Data в управлінні міським транспортом: досвід впровадження в Україні / А. О. Богатов, Д. О. Кириченко // Інформаційні технології і засоби навчання. – Київ, 2020. – Т. 76, № 2.
73. Hollander Y. The principles of calibrating traffic microsimulation models / Y. Hollander, R. Liu // Transportation. – 2008. – Т. 35, № 3.
74. Annual Network Performance Report / Transport for London. – 2022.
75. National Traffic Monitoring System Overview / Japan Road Traffic Information Center. – 2023.
76. Smart Mobility Annual Report / Land Transport Authority of Singapore. – 2023.
77. SCATS Evolution and Implementation in Melbourne Metropolitan Area / VicRoads. – 2021.
78. SFpark Data Analytics and Performance Report / San Francisco Municipal Transportation Agency. – 2022.
79. Urban Mobility Monitoring Network: Implementation and Results / Barcelona Digital City. – 2023.
80. Cycling Infrastructure Monitoring Report / Amsterdam Smart City Initiative. – 2022.
81. Passenger Counting Technologies Implementation / Transport for London. – 2023.
82. Real-time Monitoring System Performance Analysis / Wiener Linien. – 2023.
83. Smart Fare Collection and Mobility Analytics / Seoul Metropolitan Government. – 2022.
84. Integrated Transport Management System Report / ZVV. – 2023.

85. Mobile Network Data for Urban Mobility Analysis / Tallinn City Government & University of Tartu. – 2022.
86. Lifestyle Factors in Transportation Choices / Munich Department of Mobility. – 2023.
87. Thermal Imaging for Pedestrian Analytics / City of Ottawa Transportation Department. – 2022.
88. Mobility Hub Usage Analysis and Modal Integration / Hamburg Transport Association. – 2022.
89. Big Data Applications in City Traffic Management / Los Angeles Department of Transportation. – 2023.
90. AI-based Traffic Prediction Models Implementation / Shanghai Municipal Transportation Commission. – 2023.
91. Social Media Mining for Urban Incident Detection / Rio Operations Center. – 2023.
92. V2I Communication Systems Evaluation / German Federal Highway Research Institute. – 2023.
93. Mobility Data Marketplace Implementation / Munich Department of Digitalization. – 2023.
94. Historical Transport Data Initiative / Melbourne Data and Analytics Bureau. – 2022.
95. GTFS-RT Implementation Case Study / Seattle Department of Transportation. – 2023.
96. NeTEx Standard Implementation Report / Île-de-France Mobilités. – 2022.
97. Transport KPI Monitoring Framework / Brussels Regional Mobility Agency. – 2022.
98. Звіт про впровадження АСКДР у м. Києві / КП "Центр організації дорожнього руху". – 2022.

99. Оцінка ефективності систем детекції транспорту / Харківський національний університет міського господарства. – 2023.
100. Звіт про результати аудиту дорожнього руху / Київдорсервіс. – 2023.
101. Впровадження інтелектуальних транспортних систем у Вінниці / Вінницька міська рада. – 2022.
102. Аналіз велосипедного руху на основі даних автоматичних лічильників / ГО "Веложгород". – 2023.
103. Звіт про впровадження системи GPS-моніторингу / КП "Київпастрас". – 2023.
104. Контроль якості послуг громадського транспорту на основі GPS-даних / Івано-Франківська міська рада. – 2023.
105. Аналіз впровадження електронного квитка у Львові / ЛКП "Львівавтодор". – 2022.
106. Аналіз пасажиропотоків на основі даних електронного квитка / КП "Маріупольське ТТУ". – 2021.
107. Результати впровадження системи диспетчеризації / КП "Одесміськелектротранс". – 2022.
108. Аналіз покриття сервісу в містах України / EasyWay. – 2023.
109. Огляд функціональності системи відстеження громадського транспорту / DozorCity. – 2022.
110. Методологія транспортно-соціологічних досліджень у м. Києві / КО "Київгенплан". – 2022.
111. Аналіз мобільності населення Київської агломерації / Інститут Генерального плану м. Києва. – 2019.
112. Динаміка велосипедного руху у Львові: 2015-2022 / ЛАВ. – 2023.
113. Методологія аудиту пішохідної інфраструктури українських міст / ГО "Агенти змін". – 2022.

114. Впровадження планів сталої міської мобільності в українських містах / GIZ. – 2023.
115. Інклюзивний підхід до транспортного планування / Вінницька міська рада & GIZ. – 2022.
116. Впровадження системи 'зеленої хвилі' на проспекті Науки / Харківська міська рада. – 2022.
117. Інтеграція української транспортної мережі з європейськими ITS-коридорами / Міністерство інфраструктури України. – 2023.
118. Використання даних навігаційних систем для транспортного планування / КМДА. – 2022.
119. Використання соціальних медіа для збору даних про функціонування громадського транспорту / ГО "Моніторинг транспорту". – 2022.
120. Концепція впровадження V2I технологій в Україні / НТУ & Автомагістраль. – 2023.
121. Аналіз відкритих транспортних даних в Україні / Міністерство цифрової трансформації України. – 2023.
122. Вплив відкритих даних на розвиток транспортних сервісів / Львівська міська рада. – 2022.
123. Впровадження GTFS-RT для моніторингу громадського транспорту / КП "Харківпастранс". – 2023.
124. Інтеграція транспортних даних на міській цифровій платформі / Kyiv Smart City. – 2022.
125. Єдина інформаційна система міського транспорту / Запорізька міська рада. – 2023.
126. Модернізація інформаційних систем громадського транспорту в українських містах / ЄІБ. – 2023.

127. Геоінформаційні системи в транспортному плануванні українських міст / GIZ. – 2022.
128. Оцінка цифрової готовності українських міст / Асоціація міст України. – 2021.
129. Аналіз кадрового потенціалу в сфері транспортної аналітики / USAID. – 2020.
130. Центр економічної стратегії, 2021. "Прозорість на ринку пасажирських перевезень"
131. Використання даних у прийнятті управлінських рішень / Фонд "Східна Європа". – 2022.

Міністерство освіти і науки України
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Факультет урбаністики та просторового планування
Кафедра міського господарства

КВАЛІФІКАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра

На тему:

“Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст”

Виконала:

Моргунова Анна Анатоліївна
Студентка групи УППм-23

Факультету урбаністики та просторового планування
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
ОП: Урбаністика та просторове планування

Керівник:

Осетрін М. М.
Кандидат технічних наук, професор

Рецензент:

Аїлікова Г. В.
Доцент

2025

Відомості про дослідження

A.1

Мета дослідження

Розробка рекомендацій на базі аналізу та оцінки методів збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст.

Об'єкт дослідження

База вихідних даних для вирішення транспортних питань міст.

Предмет дослідження

Методи та технології збору і аналізу вихідних даних для оптимізації транспортних рішень у міському середовищі.

Завдання дослідження

1. Огляд нормативної документації та законодавчої бази стосовно використання інформаційних технологій для вирішення транспортних проблем міст
2. Визначення основних транспортних питань, характерних для сучасних міст
3. Дослідження сучасного зарубіжного та українського досвіду у впровадженні методів збору та аналізу вихідних даних
4. Огляд та аналіз існуючих методів збору вихідних даних для вирішення транспортних питань міст
5. Дослідження методів аналізу транспортних даних та їх застосування для прийняття рішень
6. Оцінка ефективності різних методів збору та аналізу даних за визначеними критеріями
7. Розробка рекомендацій щодо вибору оптимальних методів збору та аналізу транспортних даних

Наукова новизна

1. Систематизовано специфічні особливості та виклики українського контексту у порівнянні із зарубіжним досвідом
2. Розроблено науково обґрунтовану систему критеріїв оцінки ефективності методів збору та аналізу транспортних даних (6 критеріїв)
3. Встановлено закономірності зміни значущості критеріїв залежно від стадії проектування
4. Виявлено стійкі закономірності щодо ефективності методів збору даних на різних стадіях проектування
5. Розроблено матрицю відповідності методів збору і аналізу для кожної досліджуваної транспортної проблеми на усіх стадіях проектування
6. Розроблено методичний підхід до вибору оптимальних комбінацій методів для різних стадій проектування та транспортних проблем

Практичне значення

1. Результати можуть бути використані проєктними організаціями, муніципальними органами влади та науково-дослідними установами
2. Підвищення ефективності інформаційного забезпечення проєктів транспортної інфраструктури
3. Оптимізація витрат на збір та аналіз транспортних даних
4. Методологічна основа для формування комплексних програм розвитку транспортних систем українських міст

Кваліфікаційна робота магістра							
	Прізвище	Підпис	Дата		Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А.А.			Відомості про дослідження	АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.					Лист 1	Листів 16
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст	КНУБА ФУПП, кафедра МГ УПМ-23		

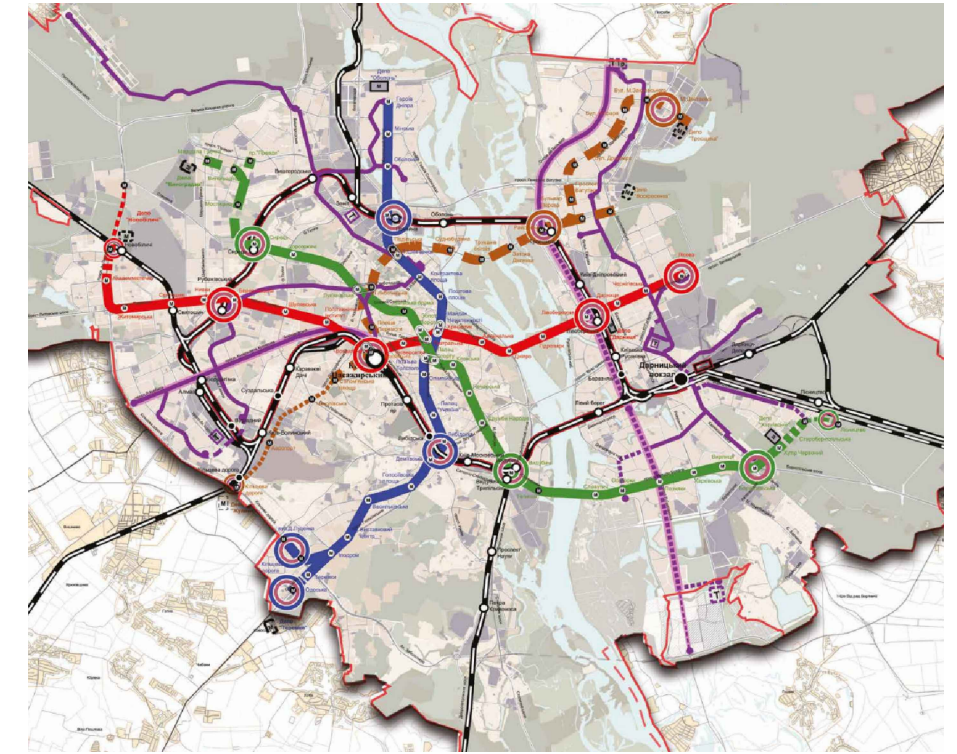
Ситуаційний план м. Київ

A.2

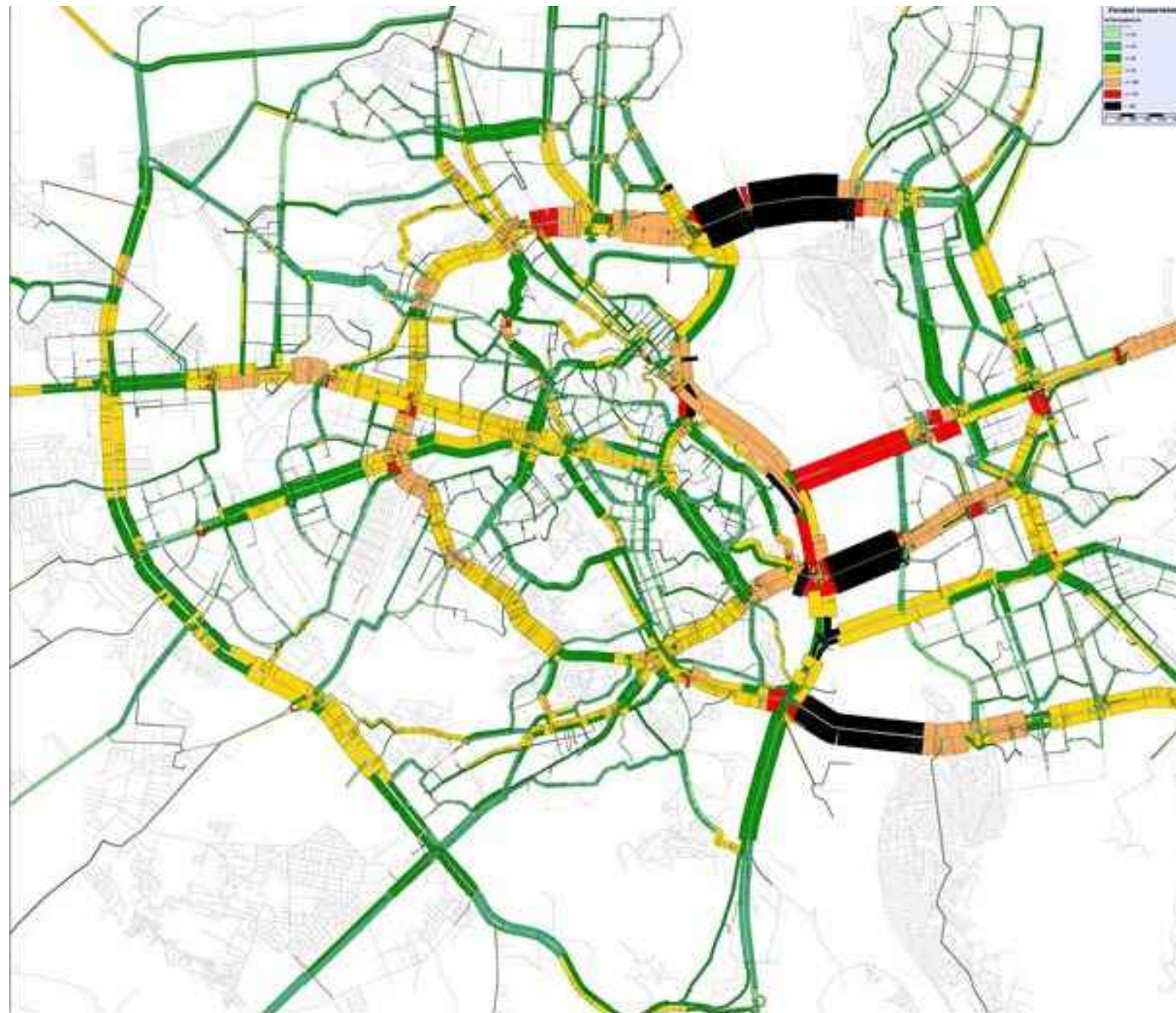
Територіальне розміщення міста



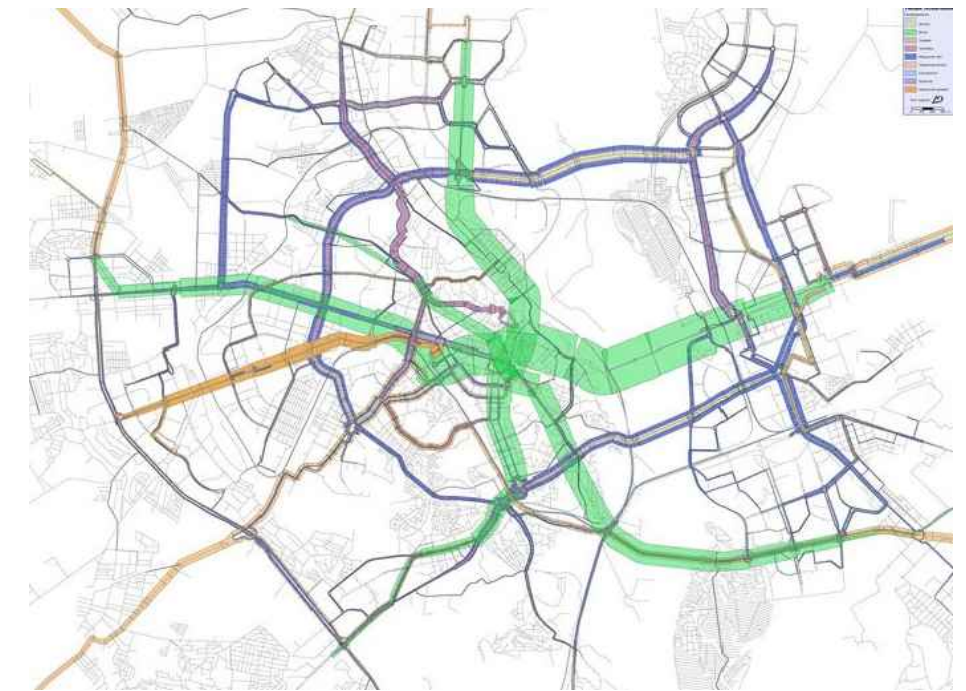
Генеральний план



Карта інтенсивності індивідуального транспорту



Карта пасажиропотоків



Кваліфікаційна робота магістра

	Прізвище	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А. А.			Ситуаційний план м. Київ	АРМ	
Керівник	Осетрін М. М.					
Зав. каф.	Апостолюва-Сосса Л. О.			Лист 2	Листів 16	
Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст				КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Застосування інформаційних технологій

Закон України "Про Національну програму інформатизації" від 04.02.1998 № 74/98-ВР
Закон України "Про електронні документи та електронний документообіг" від 22.05.2003 № 851-IV
Закон України "Про електронні довірчі послуги" від 05.10.2017 № 2155-VIII
Закон України "Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах" від 05.07.1994 № 80/94-ВР
Закон України "Про захист персональних даних" від 01.06.2010 № 2297-VI
Закон України "Про доступ до публічної інформації" від 13.01.2011 № 2939-VI
Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року" від 30.05.2018 № 430-р.
Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності" від 17.02.2011 № 3038-VI

Транспортне моделювання

ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"
СОУ 42.1-3764:1918-038:2016 "Паспорт автомобільної дороги"
Методичні рекомендації Міністерства інфраструктури (2019)
ДБН Б.1.1-14:2012 "Склад та зміст детального плану території"
Постанова КМУ №926 від 01.09.2021
Галузеві стандарти Укравтодору (ГСТУ 218-03450778-625:2018)
Наказ Міністерства інфраструктури №204 від 24.09.2019
Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності" від 17.02.2011 № 3038-VI
Постанова КМУ №695 від 23.05.2018
Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р.

Big Data

Закон України "Про захист персональних даних" від 01.06.2010 № 2297-VI
Закон України "Про інформацію" від 02.10.1992 № 2657-XII
Постанова КМУ від 21.10.2015 № 835
ДСТУ ISO/IEC 27001:2015
Методичні рекомендації Міністерства інфраструктури щодо розробки Планів сталого міської мобільності (2019)
Наказ Міністерства інфраструктури України від 17.03.2020 № 175
Закон України "Про захист персональних даних" від 01.06.2010 № 2297-VI (із змінами)
Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р.

Державні будівельні норми та стандарти у сфері транспортного планування

ДБН В.2.3-5:2018 "Вулиці та дороги населених пунктів"
ДБН А.2.2-3:2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво"
ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"
ДСТУ 8767:2018 "Інформаційні технології. Інтелектуальні транспортні системи. Терміни та визначення понять"
ДСТУ 8898:2019 "Настанова щодо розроблення та виконання комплексної схеми організації дорожнього руху"
ДБН Б.1.1-14:2012 "Склад та зміст детального плану території"
ДБН Б.1.1-15:2012 "Склад та зміст генерального плану населеного пункту"
ДСТУ ISO 19112:2017 "Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами" (ISO 19112:2003, IDT)

Міжнародний досвід

Плани сталої міської мобільності (SUMPs)	Директива ЄС 2014/94/EU "Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan" (2019)
ITS	Директива ЄС 2010/40/EU (ITS Directive) Регламент ЄС 2017/1926
Методології та стандарти збору, обробки та валідації даних	Американські рекомендації Федеральної адміністрації автомобільних доріг (FHWA) "Traffic Monitoring Guide" (2016)
Стандарти ISO	ISO 14825:2011 "Intelligent transport systems – Geographic Data Files (GDF) – GDF5.0" ISO 24014:2015 "Public transport – Interoperable fare management system" ISO 37120:2018 "Sustainable cities and communities – Indicators for city services and quality of life" ISO 19157:2013 "Geographic information – Data quality"
Інші стандарти	GTFS (General Transit Feed Specification)

Інтелектуальні транспортні системи (ITS)

Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р.
ДСТУ 8767:2018 "Інформаційні технології. Інтелектуальні транспортні системи. Терміни та визначення понять"
Закон України "Про електронні комунікації" від 16.12.2020 № 1089-IX
Закон України "Про автомобільні дороги" від 08.09.2005 № 2862-IV (із змінами)
Закон України "Про дорожній рух" від 30.06.1993 № 3353-XII (із змінами)

Геоінформаційні системи (GIS)

Закон України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" від 13.04.2020 № 554-IX
Закон України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність" від 23.12.1998 № 353-XIV (із змінами)
Постанова Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 № 559 "Про містобудівний кадастр" (із змінами)
ДСТУ ISO 19101:2009 "Географічна інформація. Еталонна модель" (ISO 19101:2002, IDT)
ДСТУ ISO 19115:2009 "Географічна інформація. Метадані" (ISO 19115:2003, IDT)
ДСТУ ISO 19118:2017 "Географічна інформація. Кодування" (ISO 19118:2011, IDT)
Закон України "Про авторське право і суміжні права" від 23.12.1993 № 3792-XII (із змінами)
Закон України "Про захист персональних даних" від 01.06.2010 № 2297-VI (із змінами)

Кваліфікаційна робота магістра

	Прізвище	Підпис	Дата	Законодавча база використання інформаційних технологій	Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.				Лист 4	Листів 16	
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст			КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23

Стадії проектування та вимоги до транспортних даних

Відповідно до ДБН А.2.2-3:2014

1. Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО/ТЕР)

МЕТА СТАДІЇ	НЕОБХІДНІ ДАНІ	ПРІОРИТЕТНІ КРИТЕРІЇ
Оцінка доцільності реалізації проекту з урахуванням варіантів розташування та впливів на довкілля	<ul style="list-style-type: none"> • Найвні транспортні потоки • Забезпеченість інфраструктурою • Доступність ділянки • Альтернативні варіанти 	<ul style="list-style-type: none"> • Економічна ефективність • Комплексність • Достовірність даних

2. Ескізний проєкт (ЕП)

МЕТА СТАДІЇ	НЕОБХІДНІ ДАНІ	ПРІОРИТЕТНІ КРИТЕРІЇ
Фіксація загальної концепції та схем транспортних рішень	<ul style="list-style-type: none"> • Транспортно-пішохідні зв'язки • Під'їзди, зупинки, переходи • Планована місткість паркувань • Схеми інженерного забезпечення 	<ul style="list-style-type: none"> • Практична застосовність • Комплексність • Соціальний аспект

3. Проєкт (П)

МЕТА СТАДІЇ	НЕОБХІДНІ ДАНІ	ПРІОРИТЕТНІ КРИТЕРІЇ
Деталізація технічних рішень, оцінка пропускної спроможності та безпеки	<ul style="list-style-type: none"> • Розрахунки навантажень • Інтенсивність в пікові години • Моделювання потоків • Прогноз зміни попиту • Оцінка безпеки руху 	<ul style="list-style-type: none"> • Достовірність та точність • Комплексність • Практична застосовність

4. Робочий проєкт (РП)

МЕТА СТАДІЇ	НЕОБХІДНІ ДАНІ	ПРІОРИТЕТНІ КРИТЕРІЇ
Узагальнення затверджувальних рішень та підготовка до реалізації	<ul style="list-style-type: none"> • Узгоджені параметри ВДМ • Розрахунки перетинів, радіусів • Дані організації руху • Технічні специфікації 	<ul style="list-style-type: none"> • Економічна ефективність • Практична застосовність • Сталість та адаптивність

5. Робоча документація

МЕТА СТАДІЇ	НЕОБХІДНІ ДАНІ	ПРІОРИТЕТНІ КРИТЕРІЇ
Розробка детальних креслень та специфікацій для реалізації проєкту	<ul style="list-style-type: none"> • Плани розміщення об'єктів • Геометричні характеристики • Інженерні рішення • Дорожнє покриття, знаки 	<ul style="list-style-type: none"> • Економічна ефективність • Достовірність та точність • Практична застосовність

Кваліфікаційна робота магістра

	Прізвище	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А.А.			АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.					
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.					
				Лист 5	Листів 16	
Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст				КНУБА ФУПП, кафедра МГ УПМ-23		

ПРОБЛЕМА #1



Затори та перевантаження вулично-дорожньої мережі

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Перевищення попиту над пропускною здатністю
- Уповільнення руху та зростання часу поїздки
- "Ударні хвили" транспортних потоків

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Недостатня пропускна здатність
- Надмірна автомобілізація
- Неефективна організація руху

НАСЛІДКИ

Економічні втрати, екологічне забруднення, зниження якості життя

ПРОБЛЕМА #2



Проблематика роботи громадського транспорту

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Перевантаженість у години пік
- Нерегулярність руху
- Зношений рухомий склад
- Низька доступність для маломобільних груп

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Обмежені фінансові ресурси
- Відсутність стратегічного планування
- Застарілі технології

НАСЛІДКИ

Зниження мобільності населення, транспортна нерівність, зростання автомобілізації

ПРОБЛЕМА #3



Проблеми планування транспортної інфраструктури

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Фрагментарність планування
- Короткострокове бачення
- Автомобілецентричний підхід
- Слабка інтеграція з містобудуванням

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Розділення відповідальності між відомствами
- Застарілі підходи та інструменти
- Дефіцит якісних даних

НАСЛІДКИ

Неефективне використання ресурсів, транспортна нерівність, нераціональна структура землекористування

ПРОБЛЕМА #4



Питання стійкої мобільності

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Надмірна автомобільна залежність
- Дисбаланс у розподілі міського простору
- Недостатній розвиток мультимодальності
- Бар'єри для активної мобільності

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Спадок автомобільно-орієнтованої політики
- Соціальна статусність автомобіля
- Фрагментованість управління

НАСЛІДКИ

Забруднення повітря, погіршення здоров'я населення, зниження якості міського середовища

ПРОБЛЕМА #5



Інформаційні проблеми та прозорість

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Обмежений доступ до інформації в реальному часі
- Фрагментарність інформаційних систем
- Низька якість даних
- Непрозорість процесів прийняття рішень

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Застаріла інфраструктура
- Розподіл відповідальності між операторами
- Традиція закритості

НАСЛІДКИ

Зниження ефективності системи, погіршення досвіду користувачів, економічні втрати

ПРОБЛЕМА #6



Безпека дорожнього руху

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Високий рівень аварійності
- Недостатня якість проектування доріг
- Дефіцит технічних засобів моніторингу
- Низька культура дорожнього руху

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Людський фактор (порушення правил)
- Недосконале проектування доріг
- Обмежене фінансування заходів безпеки

НАСЛІДКИ

Смертність та травматизм, економічні збитки від ДТП, обмеження мобільності вразливих груп

ПРОБЛЕМА #7



Рациональне використання міського простору

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Надмірне виділення простору під автомобілі
- Конфлікт інтересів користувачів
- Неефективне монофункціональне використання
- Дефіцит громадських просторів

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Спадщина автомобілеорієнтованого планування
- Недооцінка вартості міського простору
- Відсутність інтегрованого підходу

НАСЛІДКИ

Неефективне використання земельних ресурсів, судурбанізація, формування монофункціональних районів

ПРОБЛЕМА #8



Екологічні проблеми міського транспорту

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

- Забруднення повітря
- Шумове забруднення
- Вклад у зміну клімату
- Фрагментація природних територій

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ

- Застарілий парк транспортних засобів
- Домінування автомобілів з ДВЗ
- Недосконалість екологічного законодавства

НАСЛІДКИ

Захворюваність населення, зниження тривалості життя, додаткові витрати на охорону здоров'я

Взаємозв'язок транспортних проблем

Всі вісім транспортних проблем формують комплексну систему викликів для сучасних міст. Вони взаємопов'язані та потребують системного підходу до вирішення. Ефективне збирання та аналіз транспортних даних є фундаментом для розробки комплексних рішень, що враховують всі аспекти міської мобільності та забезпечують сталий розвиток транспортної системи.

Кваліфікаційна робота магістра

	Прізвище	Підпис	Дата	Основні транспортні питання сучасних міст	Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.					Лист 3	Листів 16
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст	КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Традиційні методи збору

Методи аналізу

Польові обстеження, підрахунки та хронометраж

Ручний підрахунок транспортних засобів
Облік пасажиропотоків на зупинках
Вимірювання часу проїзду різними видами транспорту
Фіксація затворів і проблемних ділянок
Спостереження за пішохідними потоками

Анкетування та соціологічні опитування

Опитування домогосподарств щодо транспортної поведінки
Інтерв'ю з пасажирами громадського транспорту
Онлайн-опитування
Соціологічні дослідження серед користувачів транспортної системи

Аналіз документації та картографічні методи

Аналіз транспортної документації
Аналіз нормативних документів та законодавчої бази
Картографічний аналіз
Інвентаризація елементів дорожньої мережі
Облік дорожніх знаків, світлофорів та інших елементів

Інтелектуальні методи збору

Стаціонарні системи

Індуктивні петлі та вбудовані датчики в дорожньому покритті
Радари, LIDAR та інші дистанційні датчики руху
Відеоспостереження та автоматизований аналіз відео
Акустичні та радіолокаційні сенсори
Метеорологічні датчики для моніторингу дорожніх умов

Мобільні системи

GPS-трекінг транспортних засобів
Аерозйомка та безпілотні літальні апарати (дрони)
Плаваючі автомобілі та мобільні платформи збору даних
Супутниковий моніторинг транспортних мереж

Бездротові технології

Мобільні дані та дані навігаційних систем
Bluetooth та Wi-Fi детектори для відстеження переміщень
RFID-системи моніторингу
Технології V2X (Vehicle-to-Everything)

Транспортна телематика та Інтернет речей

Бортові діагностичні системи (OBD)
Системи моніторингу поведінки водія
Мережі сенсорів у транспортній інфраструктурі
Інтеграція IoT-пристроїв у транспортні системи

Компоненти інтелектуальних транспортних систем (ITS)

Системи управління дорожнім рухом
Смарт-зупинки та інтелектуальні світлофори
Електронні квитки та смарт-карти
Автоматизований збір оплати за проїзд

Колективні та соціальні методи збору даних

Краудсорсингові платформи
Дані з соціальних мереж
Дані мобільних операторів
Громадська участь у зборі транспортних даних

Статистичний аналіз

Описова статистика транспортних потоків
Регресійний аналіз
Кореляційний аналіз
Аналіз часових рядів та сезонності
Гіпотетичне тестування та інтегральний аналіз

Транспортне моделювання

Макроскопічні моделі (LWR, METANET)
Мікроскопічні моделі (car-following, lane-changing)
Мезоскопічні моделі
Чотириступенева модель транспортного планування
Програмне забезпечення для моделювання (PTV Visum, Vissim, Aimsun, SUMO, TransCAD, Cube, MATSim)

Геопросторовий аналіз

Картографування інтенсивності потоків
Просторова кластеризація
Аналіз зон обслуговування та доступності
Мережевий аналіз (найкоротші шляхи, доступність, центральність)
Гравітаційні моделі
Space Syntax та методи аналізу міської морфології
Ізохронний аналіз доступності
Інструментарій ГІС для транспортного аналізу

Методи машинного навчання та штучного інтелекту

Алгоритми прогнозування транспортних потоків (Random Forest, XGBoost)
Кластерний аналіз (K-means, DBSCAN)
Нейронні мережі (перцептрони, CNN, RNN, LSTM, GRU)
Класифікація транспортних ситуацій
Аналіз аномалій (One-Class SVM, Isolation Forest, автоенкодеру)

Аналіз великих транспортних даних (Big Data)

Обробка даних у реальному часі (stream processing)
Візуалізація великих обсягів даних
Інтеграція даних з різних джерел (ETL, data lakes)
Виявлення прихованих закономірностей
Використання API комерційних сервісів

Калібрування та валідація моделей

Підходи до калібрування параметрів
Порівняння модельних і фактичних результатів
Методи перевірки точності (MAE, RMSE, коефіцієнт Теїла)
Валідація поведінкових моделей
Аналіз чутливості моделей
Сценарний аналіз
Бенчмаркінг моделей

Кваліфікаційна робота магістра

	Прізвище	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А.А.			Методи збору та аналізу транспортних даних	АРМ	
Керівник	Осетрін М. М.					
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.					
				Лист 6	Листів 16	
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст		
				КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Міжнародний та вітчизняний досвід використання методів збору та аналізу транспортних даних

Зарубіжний досвід

Вітчизняний досвід

СИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ ПРО ДОРОЖНІЙ РУХ



Лондон SCOOT

Система адаптивного управління світлофорами з 4,500 детекторами транспорту. Забезпечує збір даних у реальному часі та автоматичне коригування сигнальних планів.



Токіо JARTIC

Найбільш щільна мережа моніторингу з 20,000+ пунктів спостереження. Поєднує індуктивні петлі, радары та інфрачервоні детектори з інтеграцією систем оповіщення про стихійні лиха.

МОНІТОРИНГ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ



Сеул T-money

Смарт-карта використовується для 97% всіх поїздок, генеруючи 30 млн транзакцій щодня. Система фіксує точки посадки та висадки, створюючи детальні матриці кореспонденції.

АНАЛІЗ МОБІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ



Таллінн – Мобільні дані

Використання анонімізованих даних мобільних операторів для аналізу транспортних потоків. Обробка 300 млн записів щодня з точністю до 500 метрів.

BIG DATA ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ



Лос-Анджелес – ATSAС

Аналіз 1.7 млрд записів щодня від GPS-навігаторів та мобільних додатків. Оптимізація 4,400 світлофорів у реальному часі на основі машинного навчання.

Ключові відмінності

- Масштаб охоплення: Зарубіжний досвід 100%, Український досвід 25-30%
- Інтеграція систем: Зарубіжний досвід – повна, Український досвід – часткова
- Інвестиції: Зарубіжні проекти – €10-50М, Українські – €1-50М

СИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ ПРО ДОРОЖНІЙ РУХ



Київ – АСКДР

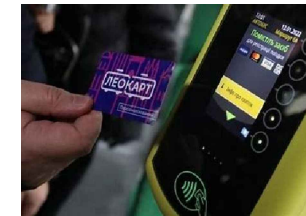
Система управління 164 світлофорними об'єктами (25% від загальної кількості) в центрі міста. Включає відеокамери та детектори транспорту для збору даних у реальному часі.



Харків – Радарні детектори

38 детекторів на основних магістралях для безперервного збору даних про інтенсивність, склад та швидкість потоків. Створено архів даних за 5 років.

МОНІТОРИНГ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ



Львів – Електронний квиток

Перше місто з повним впровадженням електронного квитка для всіх видів транспорту. 350,000 транзакцій щодня

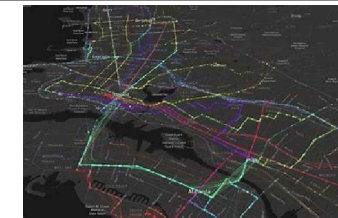
ІНФОРМАЦІЙНІ ПЛАТФОРМИ



EasyWay

Національний портал агрегує дані про рух громадського транспорту з 70 міст. Обробка даних від 12,000+ транспортних засобів, 200,000 користувачів щодня.

ІНТЕГРАЦІЯ ТА ВІДКРИТІ ДАНІ



Харків – GTFS-RT

Впровадження стандарту GTFS-Realtime для 130 маршрутів. Оновлення даних кожні 30 секунд, повністю відкритий доступ через API.

Кваліфікаційна робота магістра

	Прізвище	Підпис	Дата		Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А.А.			Міжнародний та вітчизняний досвід використання методів збору та аналізу транспортних даних	АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.						
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст	Лист 7	Листів 16	
					КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Оцінка ефективності транспортного питання №1 "Затори та перевантаження вулично-дорожньої мережі"

A.8

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Оцінка методів збору і аналізу										
			Метод	Оцінка ефективності методу за критеріями							Інтегральна оцінка		
				Достовірність та точність	Економічність та ефективність	Комплексність та інтегрованість	Практичність та застосовність	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект				
ТЕО/ТЕР	Найвні транспортні потоки та напрямки руху в масштабі міста/району Статистичні дані про транспортну доступність території Завантаженість основних транспортних коридорів Демографічні показники та прогнози розвитку території Економічні втрати від заторів у грошовому вираженні Містобудівні обмеження та перспективи розвитку Екологічний вплив транспорту на навколишнє середовище	Економічна ефективність Комплексність та інтегрованість Достовірність та точність	Методи збору										
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Достатній	Недостатній			
			Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Високий	Достатній			
			Аналіз документації та картографічні методи	Базовий	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
			Станіонарні системи збору даних	Високий	Недостатній	Базовий	Високий	Високий	Достатній	Недостатній			
			Мобільні системи збору даних	Достатній	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			Бездротові технології	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Недостатній	Високий	Недостатній	Високий	Достатній	Недостатній			
			Компоненти ITS	Високий	Недостатній	Високий	Недостатній	Високий	Достатній	Недостатній			
			Коллективні та соціальні методи	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Високий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Достатній	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Високий			
			Транспортне моделювання	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Геопросторовий аналіз	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Достатній	Високий	Базовий	Високий	Базовий	Базовий			
			Аналіз великих даних	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній			
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
			ЕП	Транспортно-пішохідні зв'язки та існуюча схема організації руху Попередні дані про інтенсивність руху в основних транспортних вузлах Геоцентричні характеристики вулично-дорожньої мережі Місця концентрації заторів та проблемні ділянки Громадська думка щодо транспортних проблем території Планувальні рішення щодо під'їздів, зупинок та паркувальних зон	Практична застосовність Комплексність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Базовий	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Високий	Достатній
Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий				Базовий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Станіонарні системи збору даних	Високий	Базовий				Достатній	Базовий	Високий	Базовий	Базовий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Базовий				Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий			
Бездротові технології	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Транспортна телематика та IoT	Високий	Базовий				Високий	Базовий	Високий	Достатній	Високий			
Компоненти ITS	Високий	Базовий				Високий	Базовий	Високий	Достатній	Базовий			
Коллективні та соціальні методи	Базовий	Високий				Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Достатній	Високий				Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Транспортне моделювання	Достатній	Достатній				Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Достатній			
Геопросторовий аналіз	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Базовий				Достатній	Недостатній	Достатній	Базовий	Недостатній			
Аналіз великих даних	Достатній	Достатній				Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
П	Інтенсивність руху в пікові та міжпікові години з розподілом за видами транспорту Швидкість руху на різних ділянках мережі Час затримок на перехрестях та перегонах Фактична пропускна здатність елементів мережі Коефіцієнти завантаження вулично-дорожньої мережі Матриці кореспонденцій між транспортними районами Параметри роботи світлофорних об'єктів та циклограм регулювання Статистика ДТП та конфліктні точки Екологічні показники (викиди шкідливих речовин, рівень шуму)	Достовірність та точність Комплексність та інтегрованість Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Базовий	Високий	Достатній	Базовий	Високий	Достатній
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Станіонарні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Бездротові технології	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Компоненти ITS	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Коллективні та соціальні методи	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Достатній			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортне моделювання	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Аналіз великих даних	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			РП	Точні геометричні параметри вулично-дорожньої мережі Висотні відмітки та поздовжні профілі Детальні характеристики перехресть Радіуси поворотів та параметри заокруглень Розташування існуючих інженерних мереж та комунікацій Технічний стан дорожнього покриття та несучої здатності основи Чмови видимості на перехрестях та пішохідних переходах Параметри водовідведення та дренажних систем	Економічна ефективність Практична застосовність Сталість та адаптивність	Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Базовий	Високий	Базовий	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Високий	Базовий
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Станіонарні системи збору даних	Достатній	Базовий				Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
Транспортна телематика та IoT	Базовий	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий			
Компоненти ITS	Базовий	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий			
Коллективні та соціальні методи	Базовий	Достатній				Базовий	Базовий	Базовий	Високий	Базовий			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Достатній	Високий				Базовий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній			
Транспортне моделювання	Базовий	Базовий				Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий			
Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
Аналіз великих даних	Базовий	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній				Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Р	Деталізовані геометричні параметри всіх елементів вулично-дорожньої мережі Точні координати розміщення дорожніх знаків та світлофорів Координати елементів дорожньої розмітки Специфікація матеріалів дорожнього покриття Специфікація конструктивних шарів дорожнього одязу Детальні креслення вузлів примикань та перетинів Технічні характеристики бар'єрних огорожень та направляючих пристроїв Висотні відмітки для забезпечення поверхневого водовідведення	Економічна ефективність Достовірність та точність Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Базовий	Високий	Базовий	Достатній	Високий
						Анкетування та соціологічні опитування	Високий	Високий	Базовий	Високий	Високий	Достатній	Високий
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Станіонарні системи збору даних	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Високий			
			Бездротові технології	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
			Транспортна телематика та IoT	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
			Компоненти ITS	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий			
			Коллективні та соціальні методи	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Високий	Базовий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній			
			Транспортне моделювання	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий			
			Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
			Аналіз великих даних	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			

Кваліфікаційна робота магістра

	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка ефективності транспортного питання №1 "Затори та перевантаження вулично-дорожньої мережі"	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>	
<i>Виконала</i>	Моргунова А.А.				АРМ			
<i>Керівник</i>	Осетрін М. М.							
<i>Зав. каф.</i>	Апостолова-Госса Л.О.					Лист 8	Листів 16	
					Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст			КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23

Оцінка ефективності транспортного питання №2 "Проблематика роботи громадського транспорту"

A.9

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Метод	Оцінка методів збору і аналізу									
				Оцінка ефективності методу за критеріями							Інтегральна оцінка		
				Достовірність та точність	Економічна ефективність	Комплексність та інтегрованість	Практичність застосовності	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект				
ТЕО/ТЕР	Загальні пасажиропотоки на існуючих маршрутах Економічні показники роботи транспортних підприємств (рентабельність, витрати, доходи) Існуюча маршрутна мережа та її характеристики Розподіл транспортного попиту на території міста Основні кореспонденції пасажирів Задоволеність пасажирів якістю транспортного обслуговування Вартісні показники експлуатації різних видів громадського транспорту Екологічні показники функціонування транспортної системи	Економічна Комплексність та інтегрованість та точність	Методи збору										
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Базовий	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий	Базовий			
			Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Високий	Базовий	Високий	Базовий	Високий	Достатній			
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Стационарні системи збору даних	Високий	Недостатній	Базовий	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Бездротові технології	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Транспортна телематика та IoT	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
			Компоненти ITS	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
			Колективні та соціальні методи	Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Базовий	Високий	Достатній			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	Базовий	Високий			
			Транспортне моделювання	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Геоспросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
			Аналіз великих даних	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
			ЕП	Схеми транспортно-пішохідних зв'язків Розташування існуючих та планованих маршрутів громадського транспорту Основні об'єкти тяжіння пасажирів та їх транспортне обслуговування Дані про щільність населення та забудову в зонах транспортного обслуговування Базові показники роботи громадського транспорту (інтервали руху, пасажиропотоки) Потреби різних груп населення у транспортному обслуговуванні Просторові параметри вулично-дорожньої мережі Потенційні місця розташування зупинок та транспортно-пересадочних вузлів Концептуальні принципи організації руху громадського транспорту	Практична застосовність Комплексність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Високий	Високий
Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий			
Стационарні системи збору даних	Високий	Недостатній				Базовий	Недостатній	Достатній	Недостатній	Базовий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Базовий				Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній			
Транспортна телематика та IoT	Недостатній	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
Компоненти ITS	Недостатній	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
Колективні та соціальні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Транспортне моделювання	Достатній	Достатній				Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
Геоспросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Недостатній	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
Аналіз великих даних	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий			
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
П	Детальні дані про пасажиропотоки (погодинні коливання, розподіл по днях тижня) Розрахункова завантаженість транспортних засобів на різних ділянках маршрутів Характеристики пасажирообігу на зупинках Технічні параметри рухомого складу та інфраструктури Точні дані про інтенсивність руху громадського та індивідуального транспорту Показники швидкості сполучення на маршрутах Детальні економічні розрахунки та обґрунтування ефективності проектних рішень Розрахунки рівня сервісу та якості обслуговування населення Результати моделювання роботи системи громадського транспорту Параметри транспортної та пішохідної доступності зупинок Розрахунки екологічного впливу проектних рішень Точні геометричні параметри об'єктів інфраструктури громадського транспорту	Достовірність та точність Комплексність та інтегрованість Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Достатній
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Достатній			
			Стационарні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Бездротові технології	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Компоненти ITS	Високий	Базовий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Колективні та соціальні методи	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Достатній			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортне моделювання	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Геоспросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній			
			Аналіз великих даних	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
			РП	Детальні технічні характеристики запроєктованого рухомого складу Інженерні розрахунки для проектування зупинок, терміналів, депо Конструктивні рішення для об'єктів транспортної інфраструктури Технологічні карти організації руху громадського транспорту Деталізовані розрахунки пропускної здатності транспортної інфраструктури Проектні рішення для організації пріоритету громадського транспорту Точні розрахунки експлуатаційних параметрів (інтервали руху, обіг транспортних засобів) Технічні рішення для інформаційних систем громадського транспорту	Економічна ефективність Практична застосовність та адаптивність	Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий
						Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Стационарні системи збору даних	Високий	Недостатній				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Базовий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Недостатній				Достатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній				Достатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
Компоненти ITS	Достатній	Недостатній				Достатній	Достатній	Базовий	Недостатній	Базовий			
Колективні та соціальні методи	Базовий	Високий				Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Достатній			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
Транспортне моделювання	Достатній	Достатній				Високий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Геоспросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній				Достатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній			
Аналіз великих даних	Достатній	Недостатній				Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
Р	Детальні геодезичні виміри локації зупинок та станцій громадського транспорту Точні технічні параметри елементів транспортної інфраструктури Специфікації матеріалів та конструкції транспортних об'єктів Детальні параметри доступності для маломобільних груп населення Актуалізовані дані про пасажиропотоки у критичних точках Точні параметри контактних мереж для електротранспорту Конструктивні елементи заїздних кишень та павільйонів	Економічна Достовірність та точність Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий
						Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
			Стационарні системи збору даних	Достатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Базовий	Високий			
			Бездротові технології	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
			Транспортна телематика та IoT	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній			
			Компоненти ITS	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній			
			Колективні та соціальні методи	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	Базовий	Високий	Базовий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			Транспортне моделювання	Базовий	Недостатній	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
			Геоспросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній			
			Аналіз великих даних	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній			
			Калібрування та валідація моделей	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній			

Кваліфікаційна робота магістра

	Прізвище	Підпис	Дата	Оцінка ефективності транспортного питання №2 "Проблематика роботи громадського транспорту"	Літера	Маса	Масштаб
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолава-Сосса Л.О.					Лист 9	Листів 16
					КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст

Оцінка ефективності транспортного питання №3 "Проблеми планування транспортної інфраструктури"

A.10

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Оцінка методів збору і аналізу							Інтегральна оцінка	
			Метод	Оцінка ефективності методу за критеріями							
				Достовірність та точність	Економічність	Комплексність та інтегрованість	Практичність застосовності	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект		
ТЕО/ТЕР	Демографічні дані та прогнози чисельності населення на період реалізації проекту Інформація про існуюче та перспективне землекористування в зоні впливу проекту Загальні характеристики існуючої транспортної мережі (протяжність, структура, стан) Дані про модальний розподіл перевезень (частки різних видів транспорту) Орієнтовні обсяги транспортних та пасажирських потоків Соціально-економічні показники території (рівень зайнятості, доходу, розміщення місць праці) Інформація про існуючі та заплановані стратегії розвитку міста/регіону Базові екологічні та безпекові показники транспортної системи Попередні техніко-економічні оцінки варіантів розвитку інфраструктури Загальні обсяги інвестицій та потенційні джерела фінансування	Економічна ефективність та інтегрованість Достовірність та точність	Методи збору								
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	
			Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
			Спаціональні системи збору даних	Високий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Мобільні системи збору даних	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	
			Бездротові технології	Достатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Недостатній	
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Компоненти ITS	Високий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Коллективні та соціальні методи	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	
			Методи аналізу								
			Статистичний аналіз	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий	
			Транспортне моделювання	Достатній	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	
			Геопросторовий аналіз	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	
			Аналіз великих даних	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	
			ЕП	Дані про існуючі транспортні потоки на рівні районів/зон міста Інформація про маршрути та інтенсивність руху громадського транспорту Просторове розміщення об'єктів тяжіння та генерації поїздок Схеми пішохідних та велосипедних шляхів Дані про доступність території для різних видів транспорту Загальна інформація про транспортну поведінку мешканців Місцобудівні обмеження та можливості території Концептуальні вимоги до безпеки та комфорту користувачів Зони впливу транспортної інфраструктури на навколишнє середовище Просторові дані для візуалізації проектних рішень	Практична застосовність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору					
Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Базовий				Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	
Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній				Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	
Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
Спаціональні системи збору даних	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий	
Бездротові технології	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Недостатній	Достатній	
Транспортна телематика та IoT	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	
Компоненти ITS	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	
Коллективні та соціальні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	
Методи аналізу											
Статистичний аналіз	Достатній	Високий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	
Транспортне моделювання	Достатній	Базовий				Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	
Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній				Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	
Аналіз великих даних	Достатній	Базовий				Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	
П	Детальні дані про інтенсивність та структуру транспортних потоків Дані про пропускні здатності вузлів та ділянок транспортної мережі Технічні параметри існуючої інфраструктури Поведінка транспортних потоків у пікові періоди Розрахунки потреб у транспортному обслуговуванні Показники безпеки дорожнього руху на ключових ділянках Екологічні параметри транспортної системи Дані про доступність інфраструктури для різних груп користувачів Економічні показники для детального техніко-економічного аналізу Інформація для проведення оцінки впливу на довкілля Дані для розробки рішень з організації дорожнього руху Об'єднування вибору конструктивних елементів та матеріалів	Достовірність та точність Комплексність та інтегрованість Практична застосовність				Методи збору					
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Достатній	
			Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	
			Спаціональні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий	
			Мобільні системи збору даних	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	
			Бездротові технології	Достатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Компоненти ITS	Достатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Коллективні та соціальні методи	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	
			Методи аналізу								
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Високий	
			Транспортне моделювання	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	
			Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	
			Аналіз великих даних	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий	
			Р	Точні геодезичні дані та геометрія проєктованих об'єктів Детальні специфікації будівельних матеріалів Повні комплекти робочих креслень усіх елементів інфраструктури Вузлові деталі та конструктивні рішення Деталізована інформація для організації дорожнього руху Точні об'єми робіт та матеріалів для кошторисної документації Технологічні карти виконання робіт Детальні плани вертикального планування та благоустрою Специфікації обладнання та устаткування Детальна документація з безпеки під час експлуатації	Економічна ефективність Достовірність та точність Практична застосовність	Методи збору					
Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній				Достатній	Високий	Базовий	Базовий	Високий	
Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Базовий				Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий	
Спаціональні системи збору даних	Достатній	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
Мобільні системи збору даних	Високий	Високий				Достатній	Високий	Достатній	Недостатній	Високий	
Бездротові технології	Базовий	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
Транспортна телематика та IoT	Базовий	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
Компоненти ITS	Базовий	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
Коллективні та соціальні методи	Базовий	Базовий				Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	
Методи аналізу											
Статистичний аналіз	Достатній	Високий				Базовий	Достатній	Базовий	Недостатній	Достатній	
Транспортне моделювання	Базовий	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
Геопросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий	
Методи машинного навчання та ШІ	Недостатній	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
Аналіз великих даних	Недостатній	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
Калібрування та валідація моделей	Достатній	Достатній				Базовий	Достатній	Базовий	Недостатній	Достатній	

Кваліфікаційна робота магістра

	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка ефективності транспортного питання №3 "Проблеми планування транспортної інфраструктури"	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>	
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ			
Керівник	Осетрін М. М.							
Зав. каф.	Апостолова-Госса Л.О.				Лист 10	Листів 16		
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст	КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23			

Оцінка ефективності транспортного питання №4 "Питання стійкої мобільності"

A.11

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Оцінка методів збору і аналізу							Інтегральна оцінка			
			Метод	Оцінка ефективності методу за критеріями									
				Достовірність та точність	Економічна ефективність	Комплексність та інтегрованість	Практичність застосовності	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект				
ТЕО/ТЕР	Модальний розподіл переміщень населення Поточний стан інфраструктури для сталих видів транспорту Екологічні показники транспортної системи Потенціал розвитку "зелених" видів транспорту Транспортні пререференції населення Показники доступності території різними видами транспорту	Економічність Комплексність та інтегрованість Достовірність та точність	Методи збору										
			Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній			
			Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Достатній			
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Стационарні системи збору даних	Високий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Бездротові технології	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Недостатній	Базовий	Базовий	Високий	Недостатній	Базовий			
			Компоненти ITS	Високий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Коллективні та соціальні методи	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Транспортне моделювання	Достатній	Базовий	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Геоспросторовий аналіз	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
			Аналіз великих даних	Достатній	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
			ЕП	Просторові патерни переміщень різними видами транспорту Потенційні коридори розвитку сталих видів транспорту Схеми транспортно-пішохідних зв'язків Концептуальні рішення організації велосипедної інфраструктури Принципові схеми зон зниженої автомобілізації та пішохідних зон Громадські пререференції щодо транспортних альтернатив Потенційні локації для розміщення інфраструктури мультимодальних переміщень	Практичність застосовності Комплексність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Достатній
Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
Стационарні системи збору даних	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Транспортна телематика та IoT	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий			
Компоненти ITS	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
Коллективні та соціальні методи	Достатній	Достатній				Достатній	Високий	Достатній	Високий	Високий			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Достатній	Високий				Достатній	Достатній	Базовий	Базовий	Достатній			
Транспортне моделювання	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Геоспросторовий аналіз	Достатній	Достатній				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Аналіз великих даних	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
П	Детальні вимірювання інтенсивності різних видів транспорту на проектних ділянках Результати моделювання пасажиро- та транспортних потоків за різними сценаріями Технічні параметри проектуваної інфраструктури для сталих видів транспорту Кількісні показники екологічного впливу різних проектних рішень Детальні дані про поведінкові патерни користувачів транспортної системи Розрахунки енергоефективності та викидів CO ₂ для різних варіантів рішень Статистика безпеки для оцінки проектних рішень Просторові обмеження та можливості інтеграції в існуючу міську тканину	Достовірність та точність Комплексність та інтегрованість Практичність застосовності				Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Високий	Достатній
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			Стационарні системи збору даних	Високий	Базовий	Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
			Бездротові технології	Високий	Базовий	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Достатній			
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий			
			Компоненти ITS	Високий	Базовий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Коллективні та соціальні методи	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Достатній			
			Транспортне моделювання	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Геоспросторовий аналіз	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Аналіз великих даних	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
			РП	Детальні інженерно-технічні параметри проектуваної інфраструктури для сталих видів транспорту Точні геометричні характеристики велосипедних і пішохідних маршрутів Розрахунки конструктивних елементів інфраструктури (покриття, бордюри, розмітка) Деталізовані схеми організації дорожнього руху з урахуванням усіх видів мобільності Технічні специфікації матеріалів та обладнання для елементів стійкої мобільності Техніко-економічні показники проектних рішень Графіки реалізації проекту з урахуванням етапності впровадження Детальні дані для оцінки впливу на навколишнє середовище	Економічність ефективності Практичність застосовності та адаптивності	Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Недостатній	Високий
						Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
Стационарні системи збору даних	Високий	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
Компоненти ITS	Достатній	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
Коллективні та соціальні методи	Базовий	Достатній				Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
Транспортне моделювання	Достатній	Базовий				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий			
Геоспросторовий аналіз	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Аналіз великих даних	Достатній	Базовий				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий			
Р	Точні геометричні параметри інфраструктурних елементів стійкої мобільності Детальні специфікації матеріалів та конструкцій для велосипедних і пішохідних доріжок Робочі креслення вузлів сполучення різних видів транспортної інфраструктури Детальні схеми організації дорожнього руху з точною розміткою Специфікації елементів благоустрою для підтримки сталої мобільності Точні геодезичні дані для винесення проекту на місцевість Детальні кошториси для реалізації проектних рішень Технічні характеристики обладнання (велосипедні стійки, зарядні станції тощо)	Економічність Достовірність та точність Практичність застосовності				Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Недостатній	Високий
						Анкетування та соціологічні опитування	Недостатній	Достатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Недостатній	Високий			
			Стационарні системи збору даних	Достатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Недостатній	Високий			
			Бездротові технології	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Транспортна телематика та IoT	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Компоненти ITS	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Коллективні та соціальні методи	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Транспортне моделювання	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Геоспросторовий аналіз	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Базовий	Недостатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
			Аналіз великих даних	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий			
			Калібрування та валідація моделей	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Недостатній	Достатній			

Кваліфікаційна робота магістра

	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка ефективності транспортного питання №4 "Питання стійкої мобільності"	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолава-Сосса Л.О.				Лист 11	Листів 16	
					КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст

Оцінка ефективності транспортного питання №5 "Інформаційні проблеми та прозорість"

A.12

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Оцінка методів збору і аналізу										
			Метод	Оцінка ефективності методу за критеріями						Інтегральна оцінка			
				Достовірність та точність	Економічна ефективність	Комплексність та інтегрованість	Практична застосовність	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект				
ТЕО/ТЕР	Загальна інформація про існуючі інформаційні системи в транспортній сфері міста Основні канали інформування користувачів транспортної системи Рівень доступності транспортної інформації для різних категорій користувачів Оцінка прозорості процесів прийняття рішень у транспортній сфері Огляд інформаційних потреб основних зацікавлених сторін Базова оцінка вартості впровадження інформаційних систем Приклади успішних практик інформаційного забезпечення транспорту	Економічна ефективність та інтегрованість Достовірність та точність	Методи збору										
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
			Анкетування та соціологічні опитування	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
			Стационарні системи збору даних	Достатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
			Мобільні системи збору даних	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Бездротові технології	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
			Компоненти ITS	Достатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній			
			Коллективні та соціальні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортне моделювання	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
			Геопросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий			
			Аналіз великих даних	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
			ЕП	Концептуальні схеми інформаційних потоків у транспортній системі Проект інформаційної архітектури транспортних даних Схеми розміщення користувацьких інтерфейсів для інформаційних систем Попередні технічні вимоги до інформаційних систем Схеми розміщення інформаційних пристроїв у міському середовищі Сценарії взаємодії користувачів з інформаційними системами Концепція відкритих даних та механізми забезпечення прозорості	Практична застосовність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
Стационарні системи збору даних	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Достатній				Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній			
Компоненти ITS	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній			
Коллективні та соціальні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Транспортне моделювання	Достатній	Достатній				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Геопросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Аналіз великих даних	Достатній	Достатній				Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
П	Детальні технічні параметри інформаційних систем та обладнання Архітектура інформаційних потоків з кількісними показниками обміну даними Специфікації інтерфейсів взаємодії з користувачами різних категорій Протоколи інтеграції з існуючими інформаційними системами Деталізовані сценарії використання інформаційних систем Вимоги до захисту даних та кібербезпеки інформаційних систем Конкретні механізми забезпечення прозорості процесів прийняття рішень Техніко-економічні розрахунки впровадження та експлуатації	Достовірність та точність Інтегрованість Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній
						Анкетування та соціологічні опитування	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
			Стационарні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Бездротові технології	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортна телематика та IoT	Достатній	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
			Компоненти ITS	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Коллективні та соціальні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортне моделювання	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Геопросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній			
			Аналіз великих даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Калібрування та валідація моделей	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			РП	Детальні технічні специфікації інформаційних систем та обладнання Повна архітектура програмно-апаратного комплексу інформаційних систем Специфікації протоколів обміну даними між компонентами систем Детальні вимоги до розміщення інформаційного обладнання з прив'язкою до місцевості Технічні вимоги до серверного обладнання та мережевої інфраструктури Конкретні технічні рішення з кібербезпеки та захисту даних Детальні вимоги до користувацьких інтерфейсів з урахуванням стандартів доступності План впровадження інформаційних систем з визначенням етапів та ресурсів	Економічна ефективність Практична застосовність Сталість та адаптивність	Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Недостатній	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий
						Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий			
Стационарні системи збору даних	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Бездротові технології	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Компоненти ITS	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Коллективні та соціальні методи	Достатній	Достатній				Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Транспортне моделювання	Базовий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Геопросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
Аналіз великих даних	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
Калібрування та валідація моделей	Достатній	Базовий				Достатній	Високий	Високий	Базовий	Достатній			
Р	Детальні креслення розміщення інформаційних пристроїв та обладнання Технічні специфікації серверного та клієнтського обладнання Повна документація програмного забезпечення з вихідними кодами Схеми підключення та інтеграції з іншими інформаційними системами Алгоритми обробки та відображення транспортних даних Протоколи тестування інформаційних систем Інструкції з експлуатації та обслуговування інформаційних систем Специфікації даних та структури баз даних Програми навчання персоналу та інформування користувачів	Економічна ефективність Достовірність та точність Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Недостатній	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий
						Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Високий
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Стационарні системи збору даних	Достатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Бездротові технології	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Недостатній	Достатній			
			Транспортна телематика та IoT	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Компоненти ITS	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Коллективні та соціальні методи	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий			
			Транспортне моделювання	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній			
			Методи машинного навчання та ШІ	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Аналіз великих даних	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			
			Калібрування та валідація моделей	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий			

Кваліфікаційна робота магістра

	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка ефективності транспортного питання №5 "Інформаційні проблеми та прозорість"	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.				Лист 12	Листів 16	
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст	КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Оцінка ефективності транспортногo питання №6 "Безпека дорожнього руху"

A.13

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Оцінка методів збору і аналізу							Інтегральна оцінка	
			Метод	Оцінка ефективності методу за критеріями							
				Достовірність та точність	Економічність та ефективність	Комплексність та інтегрованість	Практичність та застосовність	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект		
TE0/TEP	Загальна статистика ДТП на території планування (кількість, види, тяжкість наслідків) Існуючі аварійно-небезпечні ділянки та перехрестя з концентрацією ДТП Основні причини ДТП у зоні проектування (людський фактор, інфраструктурні недоліки, технічні несправності) Прогнози інтенсивності руху та оцінка потенційних ризиків Економічні показники втрат від ДТП (людські, матеріальні, економічні) Базові характеристики дорожньої інфраструктури та її стану Наявні системи безпеки та їх ефективність Демографічні дані та особливості користувачів транспортної системи	Економічність Комплексність та інтегрованість Достовірність та точність	Методи збору								
			Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Достатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	Базовий	
			Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Базовий	Високий	
			Стаціонарні системи збору даних	Високий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Достатній	Недостатній	Недостатній	
			Мобільні системи збору даних	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Базовий	Високий	
			Бездатові технології	Достатній	Базовий	Достатній	Недостатній	Достатній	Базовий	Базовий	
			Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній	Високий	Недостатній	Достатній	Базовий	Недостатній	
			Компоненти ITS	Високий	Недостатній	Високий	Недостатній	Достатній	Базовий	Недостатній	
			Колективні та соціальні методи	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Достатній	
			Методи аналізу								
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий	
			Транспортне моделювання	Достатній	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	
			Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий	
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Недостатній	Достатній	Недостатній	Достатній	Базовий	Недостатній	
			Аналіз великих даних	Достатній	Недостатній	Високий	Недостатній	Достатній	Базовий	Недостатній	
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	
			EP	Детальніша інформація про аварійно-небезпечні ділянки та конфліктні точки Зони підвищеного ризику для вразливих учасників руху (пішоходи, велосипедисти, діти, особи з інвалідністю) Параметри видимості та оглядовості на ключових ділянках Попередні схеми організації руху та варіанти безпечних маршрутів Особливості транспортної поведінки користувачів у конкретному районі проектування Потенційні конфлікти між різними видами транспорту Варіанти технічних рішень для підвищення безпеки та їх орієнтовна вартість Наявні обмеження та можливості існуючої інфраструктури	Практичність Застосовність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору					
Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній				Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Високий	
Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній				Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	
Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий	
Стаціонарні системи збору даних	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	
Мобільні системи збору даних	Достатній	Достатній				Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий	
Бездатові технології	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній				Високий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	
Компоненти ITS	Високий	Недостатній				Високий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	
Колективні та соціальні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
Методи аналізу											
Статистичний аналіз	Достатній	Високий				Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Достатній	
Транспортне моделювання	Достатній	Достатній				Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	
Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Недостатній				Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий	
Аналіз великих даних	Достатній	Недостатній				Високий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	
P	Детальні дані про інтенсивність та склад транспортних потоків з розподілом за годинами доби Точні параметри існуючої інфраструктури (геометрія, профілі, радіуси заокруглень) Детальна статистика ДТП з геокацією та класифікацією за типами Швидкісні режими та їх дотримання на ділянках проектування Конфліктні точки та їх характеристики (частота, гострота конфліктів) Аналіз дорожніх умов та факторів ризику (покриття, видимість, ухили) Дані про поведінку учасників руху в критичних зонах Технічні параметри запропонованих інженерних рішень з безпеки руху Результати моделювання різних сценаріїв організації руху Нормативні вимоги до елементів безпеки дорожнього руху	Достовірність та точність Комплексність та інтегрованість Практичність Застосовність				Методи збору					
			Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Високий	
			Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Достатній	
			Стаціонарні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий	
			Мобільні системи збору даних	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	
			Бездатові технології	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	
			Компоненти ITS	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
			Колективні та соціальні методи	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Достатній	
			Методи аналізу								
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Високий	
			Транспортне моделювання	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	
			Геопросторовий аналіз	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
			Методи машинного навчання та ШІ	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	
			Аналіз великих даних	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Високий	
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий	
			RP	Детальні параметри запроєктованих елементів інфраструктури безпеки Технічні характеристики обладнання для забезпечення безпеки дорожнього руху Точні геометричні параметри дорожніх елементів (ухили, радіуси, ширина смуг) Специфікації матеріалів та конструкції захисних елементів Детальні схеми організації дорожнього руху на всіх ділянках Параметри освітлення та видимості в різних умовах експлуатації Технічні умови для впровадження систем безпеки Обсяги робіт і ресурсів для реалізації заходів безпеки Деталізовані характеристики дорожніх знаків, розмітки, світлофорів Результати експертизи безпеки запроєктованих рішень	Економічність Практичність Застосовність та адаптивність	Методи збору					
Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній				Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий	
Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній				Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий	
Стаціонарні системи збору даних	Високий	Достатній				Достатній	Достатній	Достатній	Недостатній	Достатній	
Мобільні системи збору даних	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий	
Бездатові технології	Достатній	Базовий				Достатній	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий	
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Базовий				Достатній	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий	
Компоненти ITS	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	
Колективні та соціальні методи	Базовий	Достатній				Базовий	Базовий	Достатній	Достатній	Базовий	
Методи аналізу											
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий	
Транспортне моделювання	Високий	Достатній				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній	
Геопросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Базовий				Достатній	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий	
Аналіз великих даних	Достатній	Базовий				Достатній	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий	
Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий	
R	Точні креслення елементів безпеки дорожнього руху з деталізацією конструкцій Детальні специфікації матеріалів та обладнання з технічними характеристиками Технічні параметри засобів організації дорожнього руху (точні розміри, висота встановлення) Детальні робочі креслення дорожніх знаків, розмітки, світлофорів Специфікації захисних озорожень та інших елементів безпеки з вузлами кріплення Точні розміри та розташування елементів інфраструктури з прив'язкою до місцевості Кошториси на встановлення елементів безпеки дорожнього руху Технологічні карти на виконання робіт Відомості обсягів робіт та специфікації обладнання Деталі конструкцій тротуарів, пішохідних переходів та інших елементів для вразливих учасників руху	Економічність Достовірність та точність Практичність Застосовність				Методи збору					
			Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий	
			Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
			Стаціонарні системи збору даних	Достатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Недостатній	
			Мобільні системи збору даних	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	Базовий	Високий	
			Бездатові технології	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	
			Транспортна телематика та IoT	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	
			Компоненти ITS	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній	
			Колективні та соціальні методи	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	
			Методи аналізу								
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Базовий	Достатній	
			Транспортне моделювання	Базовий	Недостатній	Недостатній	Базовий	Базовий	Недостатній	Недостатній	
			Геопросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	
			Методи машинного навчання та ШІ	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Аналіз великих даних	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Достатній	

Кваліфікаційна робота магістра

	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка ефективності транспортногo питання №6 "Безпека дорожнього руху"	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Виконала</i>	Моргунова А.А.				АРМ		
<i>Керівник</i>	Осетрін М. М.						
<i>Зав. каф.</i>	Апостолова-Сосса Л.О.				Лист 13	Листів 16	
					Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст		
					КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Оцінка ефективності транспортно-просторового питання №7 "Раціональне використання міського простору"

A. 14

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Оцінка методів збору і аналізу							Інтегральна оцінка
			Метод	Оцінка ефективності методу за критеріями						
				Достовірність та точність	Економічна ефективність	Комплексність та інтегрованість	Практична застосовність	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект	
ТЕО/ТЕР	Дані про поточний розподіл міського простору між різними функціями (транспортна інфраструктура, житлова забудова, комерційні об'єкти, рекреаційні зони) Характеристики існуючої транспортної та паркувальної інфраструктури Статистика використання паркувальних місць та громадських просторів Інтенсивність використання території різного призначення Стратегічні документи щодо розвитку міста та зміни функціонального зонування Дані про щільність забудови та землекористування Базова інформація про пішохідні потоки та доступність ключових об'єктів	Економічна ефективність та інтегрованість Достовірність та точність	Методи збору							
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Достатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Недостатній	Достатній
			Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий
			Стаціонарні системи збору даних	Достатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий
			Бездротові технології	Базовий	Базовий	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий
			Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній
			Компоненти ITS	Достатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній
			Колективні та соціальні методи	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній
			Методи аналізу							
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	Базовий	Високий
			Транспортне моделювання	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній
			Геопросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий
			Аналіз великих даних	Достатній	Базовий	Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити
			ЕП	Детальна топографічна зйомка території проектування Схеми існуючих пішохідних і транспортних зв'язків Дані про фактичне використання різних типів міського простору Візуальна інформація про якість та стан громадських просторів Характеристики існуючих паркувальних зон і ступінь їх заповнення Інформація про почки тяжіння і активності населення Результати попередніх обговорень з громадськістю щодо бажаних сценаріїв використання простору Дані про доступність території для маломобільних груп населення Ескізи пропозиції щодо функціонального зонування території	Практична застосовність Комплексність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору				
Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній				Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Високий
Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній				Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий
Стаціонарні системи збору даних	Високий	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий
Бездротові технології	Достатній	Базовий				Достатній	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній				Базовий	Недостатній	Достатній	Недостатній	Недостатній
Компоненти ITS	Достатній	Недостатній				Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній
Колективні та соціальні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий
Методи аналізу										
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Достатній
Транспортне моделювання	Достатній	Базовий				Високий	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній
Геопросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий
Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Недостатній				Базовий	Недостатній	Базовий	Базовий	Базовий
Аналіз великих даних	Достатній	Недостатній				Достатній	Базовий	Достатній	Достатній	Достатній
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити
П	Детальні заміри та характеристики існуючого міського простору Точні дані про інтенсивність транспортних і пішохідних потоків Детальна інформація про землекористування та кадастрові дані Кількісні показники використання парковок та громадських просторів Технічні параметри для проектування різних елементів міського середовища Нормативні вимоги до організації міського простору Результати моделювання різних варіантів використання простору Економічні показники ефективності використання території Детальні дані про існуючу інженерну інфраструктуру та мережі	Достовірність та точність Комплексність та інтегрованість Практична застосовність				Методи збору				
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Достатній
			Анкетування та соціологічні опитування	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Достатній	Високий
			Стаціонарні системи збору даних	Високий	Базовий	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий
			Бездротові технології	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Базовий	Достатній
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Високий	Базовий	Достатній
			Компоненти ITS	Високий	Базовий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий
			Колективні та соціальні методи	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Достатній
			Методи аналізу							
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Високий	Достатній	Високий
			Транспортне моделювання	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий
			Геопросторовий аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий
			Методи машинного навчання та ШІ	Високий	Базовий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Достатній
			Аналіз великих даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий
			РП	Детальні інженерно-геодезичні вимірювання території Точні параметри існуючих об'єктів інфраструктури та меж ділянки Технічні специфікації елементів міського простору (моцнення, малі архітектурні форми, озеленення) Детальні характеристики транспортних та пішохідних комунікацій Конкретні технічні рішення з організації парковок та громадських просторів Фактичні показники інтенсивності використання різних функціональних зон Технічні умови від постачальників інженерних мереж Специфікації матеріалів та обладнання для благоустрою території Точні розрахунки потреб у паркувальних місцях	Економічна ефективність Практична застосовність Сталість та адаптивність	Методи збору				
Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Достатній				Базовий	Високий	Достатній	Базовий	Достатній
Анкетування та соціологічні опитування	Базовий	Недостатній				Недостатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Достатній	Базовий	Високий
Стаціонарні системи збору даних	Високий	Недостатній				Достатній	Достатній	Достатній	Недостатній	Достатній
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий
Бездротові технології	Високий	Недостатній				Достатній	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Достатній	Недостатній	Базовий
Компоненти ITS	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Базовий
Колективні та соціальні методи	Базовий	Недостатній				Недостатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий
Методи аналізу										
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Достатній	Високий	Достатній	Базовий	Високий
Транспортне моделювання	Достатній	Недостатній				Достатній	Базовий	Достатній	Базовий	Базовий
Геопросторовий аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий
Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Недостатній				Базовий	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній
Аналіз великих даних	Достатній	Недостатній				Базовий	Базовий	Базовий	Недостатній	Недостатній
Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Базовий	Високий
Р	Точні геодезичні координати та розмітка території проектування Детальні креслення всіх елементів міського простору в масштабі 1:100, 1:50 Специфікації матеріалів, виробів та обладнання для благоустрою території Точні розміри, ухили та висотні відмітки покриттів і моцнення Детальні креслення дорожньої розмітки та організації руху Конструктивні рішення для всіх елементів благоустрою Деталізовані креслення паркувальних зон з розмірами та розміткою Точні розрахунки площ різних функціональних зон території Специфікації малих архітектурних форм та елементів міського дизайну	Економічна ефективність Достовірність та точність Практична застосовність				Методи збору				
			Польові обстеження, підрахунки та хронометраж	Високий	Високий	Базовий	Високий	Базовий	Недостатній	Високий
			Анкетування та соціологічні опитування	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Недостатній	Високий
			Стаціонарні системи збору даних	Достатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній	Недостатній
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Недостатній	Високий
			Бездротові технології	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній
			Транспортна телематика та IoT	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній
			Компоненти ITS	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній
			Колективні та соціальні методи	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Базовий	Недостатній
			Методи аналізу							
			Статистичний аналіз	Достатній	Високий	Базовий	Достатній	Базовий	Недостатній	Достатній
			Транспортне моделювання	Базовий	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній
			Геопросторовий аналіз	Високий	Високий	Достатній	Високий	Достатній	Недостатній	Високий
			Методи машинного навчання та ШІ	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній
			Аналіз великих даних	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній	Недостатній
			Калібрування та валідація моделей	Достатній	Базовий	Базовий	Достатній	Базовий	Недостатній	Достатній

Кваліфікаційна робота магістра

	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка ефективності транспортно-просторового питання №7 "Раціональне використання міського простору"	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Виконала</i>	Моргунова А.А.				АРМ		
<i>Керівник</i>	Осетрін М. М.						
<i>Зав. каф.</i>	Апостолова-Сосса Л.О.				Лист 14	Листів 16	
					КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст

Оцінка ефективності транспортного питання №8 "Екологічні проблеми міського транспорту"

A.15

Стадія проектування	Необхідні дані	Найважливіші критерії оцінки	Оцінка методів збору і аналізу										
			Метод	Оцінка ефективності методу за критеріями						Інтегральна оцінка			
				Достовірність та точність	Економічність	Комплексність та інтегрованість	Практичність застосовності	Сталість та адаптивність	Соціальний аспект				
ТЕО/ТЕР	Базові показники забруднення повітря в зоні дослідження (концентрації CO, NOx, PM2.5, PM10, VOC) Фонове шумове навантаження та рівні вібрації на ключових ділянках Існуючі обсяги викидів парникових газів від транспортного сектора Структура транспортного парку за видами транспорту, віком та екологічними стандартами Дані про інтенсивність руху на основних транспортних артеріях Статистика захворюваності населення, пов'язаної з транспортним забрудненням Карти розташування зелених зон та екологічно бразливих територій Енергоспоживання різних видів транспорту Нормативні обмеження щодо екологічних параметрів транспорту Дані про існуючі екологічні заходи та їх ефективність	Економічна комплексність та інтегрованість Достовірність та точність	Методи збору										
			Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Анкетування та соціологічне опитування	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Співвіднесені системи збору даних	Високий	Недостатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Бездротові технології	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Недостатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Компоненти ITS	Високий	Недостатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Коллективні та соціальні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортне моделювання	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Геопросторобу аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Недостатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Аналіз великих даних	Достатній	Недостатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
			ЕП	Детальна інформація про концентрації забруднюючих речовин на ділянках проектування Дані про шумове забруднення від транспортних коридорів з прив'язкою до часу доби Карти розподілення забруднень залежно від містобудівних умов Просторовий розподіл чутливих об'єктів (школи, лікарні, житлові райони) Результати моделювання транспортних потоків для оцінки локальних концентрацій викидів Дані про існуючі та заплановані зелені насадження як природні бар'єри від забруднень Характеристики рельєфу та забудови, що впливають на розповсюдження забруднень Відомості про технології зниження екологічного впливу, що можуть бути впроваджені Схеми руху транспорту з візуалізацією екологічного навантаження Дані про ефективність різних типів міських покриттів щодо поглинання шуму та вібрації	Практична застосовність Комплексність та інтегрованість Соціальний аспект	Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Достатній	Високий
						Анкетування та соціологічне опитування	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий
Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Співвіднесені системи збору даних	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Достатній				Достатній	Достатній	Достатній	Високий	Високий			
Транспортна телематика та IoT	Високий	Недостатній				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Компоненти ITS	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Коллективні та соціальні методи	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
Транспортне моделювання	Достатній	Достатній				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Геопросторобу аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Аналіз великих даних	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Калібрування та валідація моделей	Неможливо визначити	Неможливо визначити				Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити	Неможливо визначити			
П	Детальні розрахунки викидів забруднюючих речовин за різними сценаріями організації руху Результати математичного моделювання розповсюдження забруднень з урахуванням метеорологічних умов Інженерно-технічні характеристики запропонованих природоохоронних заходів Дані інструментальних вимірювань фонових забруднень повітря, шуму та вібрації Прогнозні показники транспортних потоків з розподілом за типами транспортних засобів Розрахунки економічного ефекту від впровадження екологічних заходів Результати оцінки впливу на довкілля (ОВД) для запропонованих транспортних рішень Технічні специфікації запланованого рухомого складу з екологічними характеристиками Інженерні розрахунки ефективності шумозахисних екранів Точні інженерно-технічні характеристики запропонованих природоохоронних заходів	Достовірність та точність Комплексність та інтегрованість Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Достатній	Високий	Високий
						Анкетування та соціологічне опитування	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий
			Аналіз документації та картографічні методи	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Співвіднесені системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Бездротові технології	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Транспортна телематика та IoT	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Компоненти ITS	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Коллективні та соціальні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Достатній	Високий			
			Транспортне моделювання	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Геопросторобу аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Аналіз великих даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			РП	Детальні розрахунки викидів забруднюючих речовин за різними сценаріями організації руху Результати математичного моделювання розповсюдження забруднень з урахуванням метеорологічних умов Інженерно-технічні характеристики запропонованих природоохоронних заходів Дані інструментальних вимірювань фонових забруднень повітря, шуму та вібрації Прогнозні показники транспортних потоків з розподілом за типами транспортних засобів Розрахунки економічного ефекту від впровадження екологічних заходів Результати оцінки впливу на довкілля (ОВД) для запропонованих транспортних рішень Технічні специфікації запланованого рухомого складу з екологічними характеристиками Інженерні розрахунки ефективності шумозахисних екранів Точні інженерно-технічні характеристики запропонованих природоохоронних заходів	Економічна ефективність Практична застосовність Сталість та адаптивність	Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий
						Анкетування та соціологічне опитування	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий
Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Співвіднесені системи збору даних	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Бездротові технології	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Транспортна телематика та IoT	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Компоненти ITS	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Коллективні та соціальні методи	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи аналізу													
Статистичний аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Транспортне моделювання	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Геопросторобу аналіз	Високий	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Методи машинного навчання та ШІ	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Аналіз великих даних	Достатній	Високий				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній				Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
Р	Геодизитні дані для точного позиціонування екологічних елементів Конструктивні креслення екологічних елементів з детальною специфікацією матеріалів Робочі креслення шумозахисних споруд з вузлами та деталями Детальні плани озеленення з посадковими відомостями та асортиментом рослин Технологічні карти влаштування природоохоронних конструкцій Виконавчі креслення з прив'язкою екологічних елементів до опорної мережі Деталізовані кошториси по кожному екологічному заходу Специфікації екологічного обладнання з технічними параметрами Технологічні регламенти монтажу та експлуатації природоохоронних конструкцій Календарні графіки реалізації екологічних заходів Схеми операційного контролю якості екологічних елементів	Економічна ефективність Достовірність та точність Практична застосовність				Методи збору							
						Польові обстеження, підрозрахунок та хронометраж	Високий	Достатній	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий
						Анкетування та соціологічне опитування	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий
			Аналіз документації та картографічні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Співвіднесені системи збору даних	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Мобільні системи збору даних	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Бездротові технології	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Транспортна телематика та IoT	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Компоненти ITS	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Коллективні та соціальні методи	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Методи аналізу										
			Статистичний аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Транспортне моделювання	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Геопросторобу аналіз	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Методи машинного навчання та ШІ	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Аналіз великих даних	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			
			Калібрування та валідація моделей	Високий	Достатній	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий			

Кваліфікаційна робота магістра

	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка ефективності транспортного питання №8 "Екологічні проблеми міського транспорту"	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ		
Керівник	Осетрін М. М.						
Зав. каф.	Апостолова-Сосса Л.О.				Лист 15	Листів 16	
					Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст		
					КНУБА ФУПП, кафедра МГ УППМ-23		

Висновки

У результаті проведеного дослідження методів збору та аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст отримано комплекс теоретичних та практичних результатів, що дозволяють сформулювати наступні висновки.

1. Аналіз понять транспортного планування та моделювання показав, що функціонування ефективної транспортної системи міста вимагає системного підходу до збору та аналізу даних. Чотириетапна транспортна модель залишається ключовим інструментом, проте її ефективність обмежується доступністю та якістю вихідних даних.
2. Вивчення нормативно-правової бази засвідчило суттєві прогалини в регулюванні використання сучасних інформаційних технологій для транспортного планування. Виявлено фрагментарність та неузгодженість щодо стандартів моделювання, Big Data та ITS, значне відставання від європейських стандартів.
3. Дослідження методів збору транспортної інформації на різних стадіях проектування встановило диференційовані вимоги до даних. На ранніх стадіях достатньою є агрегована інформація, стадія проекту вимагає детальних даних, завершальні стадії потребують інженерно-технічної точності.
4. Аналіз джерел та проблем збору транспортних даних в українському контексті виявив комплекс обмежень: інституційну фрагментацію, недостатню цифровізацію, застарілу методологію, обмежене використання сучасних технологій, фінансові обмеження та неповноту даних про приватних перевізників.
5. Вивчення транспортних проблем сучасних міст показало їхню взаємопов'язаність характер. Виявлено вісім ключових транспортних питань у містах.
6. Виявлено трансформацію методів збору даних від традиційних до автоматизованих систем зі збереженням актуальності класичних підходів
7. Встановлено глибокий розрив між зарубіжними та вітчизняними практиками збору транспортних даних
8. Розроблено 6 критеріїв оцінки ефективності методів збору та аналізу транспортних даних: достовірність, економічна ефективність, комплексність, застосовність, сталість, соціальний аспект
9. Оцінка ефективності методів виявила, що аналіз документації та мобільні системи демонструють високу універсальність; геопросторовий та статистичний аналіз є найефективнішими для більшості проблем; стаціонарні системи та моделювання досягають максимуму на стадії проекту.
10. Розроблено методичний підхід до вибору оптимальної комбінації методів з ключовими елементами: забезпечення наступності даних, диференціація за проблемами, використання універсальних методів при обмежених ресурсах, інтеграція ГІС-технологій.

Результати дослідження створюють методологічну основу для підвищення ефективності збору та аналізу транспортних даних в українських містах, що сприятиме покращенню транспортного планування, оптимізації використання ресурсів та підвищенню якості міського середовища. Практичне впровадження розроблених рекомендацій дозволить наблизити вітчизняні практики до європейських стандартів при збереженні адаптованості до специфічних умов українських міст.

Про основні положення дослідження зроблено доповідь на V-ї Всеукраїнській науково-технічній Інтернет-конференції «Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства» 23-25.04.2025 в м. Рівне

Кваліфікаційна робота магістра								
	Прізвище	Підпис	Дата	Висновки	Літера	Маса	Масштаб	
Виконала	Моргунова А.А.				АРМ			
Керівник	Осетрін М. М.							
Зав. каф.	Апостолюва-Сосса Л.О.					Лист 16	Листів 16	
				Методи збору і аналізу вихідних даних для вирішення транспортних питань міст	КНУБА ФУПП, кафедра МГ УПМ-23			



Національний університет
водного господарства
та природокористування

СЕРТИФІКАТ

учасника V-ої Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції
«Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства»

виданий

Анні Моргуновій

*студентці Київського національного університету
будівництва і архітектури*

*Голова оргкомітету інтернет-конференції,
ректор НУВГП*

Віктор МОШИНСЬКИЙ

23-25 квітня 2025 р., м. Рівне

