

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ  
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

магістра

на тему: **«ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВУЛИЧНО-  
ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТ УКРАЇНИ»**

**Виконав:** магістрант 2 курсу, група 8.1922-мбг спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство»

**Олійник Юрій Олександрович**

**Керівник:** доцент кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук **О. М. Фостащенко**

**Рецензент:** професор кафедри промислового та цивільного будівництва, докт. техн. наук **В. А. Банах**

Запоріжжя

2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні

Кафедра \_\_\_\_\_ міського будівництва і архітектури  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ магістр  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 192 Будівництво та цивільна інженерія  
Освітньо-професійна програма \_\_\_\_\_ міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

« 01 » \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 20 19 року

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

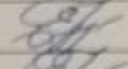
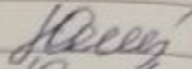
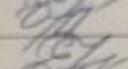
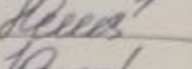
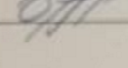
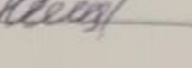
Олійнику Юрію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) Особливості проєктування елементів вулично-дорожньої мережі міст України.
2. Строк подання роботи: 03.12.2023
3. Вихідні дані до роботи: Актуальність даної теми дослідження в нинішньому сьогодні, ймовірність перспективного розвитку подальших теоретичних та практичних рішень, можливості впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, очікувані методи виконання досліджень
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити): проаналізувати сучасний стан вулично-дорожньої мережі міст України. Проаналізувати нормативну базу та результати досліджень проєктування елементів вулично-дорожньої мережі міст України. Навести особливості проєктування міських магістральних вулиць населених пунктів: особливості проєктування розв'язок доріг, проєктування перехідно-швидкісної смуги, пішохідні переходи та велосипедні переїзди. Навести приклади впровадження планувальних рішень.






5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами числових розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

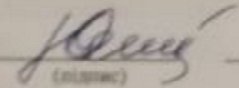
6. Консультанти розділів роботи

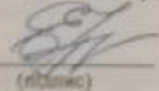
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		
2	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		
3	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 11.06.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	10 листопада	
2.	Розділ 1 Сучасний стан вулично-дорожньої мережі міст України	20 листопада	
3.	Розділ 2 Функціонування вулично-дорожньої мережі населених пунктів України	1 грудня	
4.	Розділ 3 Особливості проектування міських магістральних вулиць насеоених пунктів	5 грудня	
5.	Попередній захист	10 грудня	

Студент  Ю.О. Олійник  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  О.М. Фостащенко  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  І.В. Гребенюк  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Олійник Ю.О. Особливості проектування елементів вулично-дорожньої мережі міст України.

Кваліфікаційна робота для здобуття другого ступеня вищої освіти за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник О.М Фостащенко. Інженерний науково-навчальний інститут ім. Ю.М.Потебні Запорізького національного університету, кафедра міського будівництва і архітектури, 2023.

Підтверджено, що проблеми у функціонуванні міської вулично-дорожньої мережі є актуальними та вимагають комплексних рішень. Необхідно враховувати аспекти розвитку інфраструктури, безпеки, якості дорожнього покриття та охорони довкілля. Зусилля уряду, місцевих органів влади та громадськості, спрямовані на вирішення цих проблем, можуть покращити якість життя в містах і забезпечити стабільне функціонування вулично-дорожньої мережі.

Узагальнені особливості проектування елементів вулично-дорожньої мережі міст України вказують на проведений аналіз методів, що відомі в світовій практиці та спрямовані на поліпшення умов функціонування вулично-дорожньої мережі міст. Це дозволило розробити класифікацію заходів для поліпшення умов функціонування міської вулично-дорожньої мережі, з виділенням містобудівних, технічних та адміністративних заходів.

Відомості про публікації здобувача. Моніторинг та удосконалення інженерних об'єктів транспортної інфраструктури України – тези доповіді на III Всеукраїнська науково-практична конференція за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». Запоріжжя : ЗНУ, 2023.

Ключові слова: ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ, МІСЬКІ МАГІСТРАЛЬНІ ВУЛИЦІ, ПІШОХІДНІ ПЕРЕХОДИ

## ABSTRACT

Oliinyk Y. Features of designing of elements of the street and road network in Ukrainian cities.

Qualifying thesis for obtaining a master's degree of higher education, majoring in urban construction and economy, scientific supervisor is Fostashchenko H. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu. M. Potebnia, Department of Urban Construction and Architecture, 2023.

It has been confirmed that the problems in the functioning of the city's street and road network are urgent and require comprehensive solutions. It is necessary to take into account aspects of infrastructure development, safety, road surface quality and environmental protection. Efforts by the government, local authorities and the public aimed at solving these problems can improve the quality of life in cities and ensure the stable functioning of the street and road network.

The generalized features of the design of elements of the street and road network of cities of Ukraine indicate the analysis of methods that are known in world practice and are aimed at improving the conditions of functioning of the street and road network of cities. This made it possible to develop a classification of measures to improve the functioning of the urban street and road network, with the allocation of urban planning, technical and administrative measures.

List of publications of a student:

1. Моніторинг та удосконалення інженерних об'єктів транспортної інфраструктури України – тези доповіді на III Всеукраїнська науково-практична конференція за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». Запоріжжя : ЗНУ, 2023.

Key words: DESIGN OF ELEMENTS OF THE STREET AND ROAD NETWORK, CITY MAIN STREETS, PEDESTRIAN CROSSINGS

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Вступ.....	7
<b>РОЗДІЛ 1 АКТУАЛЬНИЙ СТАН МІСЬКОЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТ УКРАЇНИ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Актуальний стан та виклики транспортного забезпечення у містах України .....	10
1.2 Дії спрямовані на поліпшення умов функціонування міської вулично- дорожньої мережі в Україні .....	16
<b>РОЗДІЛ 2 ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ .....</b>	<b>25</b>
2.1 Проблеми функціонування вулично - дорожньої мережі міст .....	25
2.2 Параметри, які вказують на стан вулично-дорожньої мережі у містах...	35
2.3 Вплив пішохідних та транспортних потоків на функціонування вулично-дорожньої мережі .....	45
<b>РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ .....</b>	<b>55</b>
3.1 Особливості проектування розв'язок доріг .....	55
3.1.2 Особливості проектування розв'язок доріг в одному рівні .....	57
3.1.3 Розв'язки доріг у різних рівнях .....	59
3.1.4 Проектування перехідно-швидкісних смуг вулично-дорожньої мережі.	64
3.2 Проектування пішохідних переходів та велосипедних переїздів .....	65
3.3 Проектування транспортних споруди на вулицях і дорогах .....	69
3.4 Дослідження місць виникнення затримок у русі транспортних засобів та черг на вулицях .....	72
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>90</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>91</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>99</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АСУДР- автоматизована система управління дорожнім рухом;
- БДР- безпека дорожнього руху;
- ВДМ-вулично-дорожня мережа;
- ГПТ-громадський пасажирський транспорт;
- ДЗ-дорожні знаки;
- ДР-дорожній рух;
- ДТП-дорожньо-транспортна пригода;
- ДУ-дорожні умови;
- ДФ- дорожні фактори;
- ЛФ- людські фактори;
- МБФ- містобудівні фактори;
- МЗЗБР - магістраль загальноміського значення безперервного руху;
- МЗЗРР - магістраль загальноміського значення регульованого руху;
- МРЗ - магістраль районного значення;
- ПДР-правила дорожнього руху;
- ПП-пішохідний потік;
- СЕФ - соціально-економічні фактори;
- СО-світлофорний об'єкт;
- ТВ-транспортний вузол;
- ТЕФ - транспортно-експлуатаційні фактори;
- ТЗ- транспортний засіб;
- ТП-транспортний потік;
- УДР-управління дорожнім рухом;
- УР-умови руху;

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Особливості проєктування елементів вулично-дорожньої мережі" визначається наявністю ряду важливих проблем та викликів у сфері міської інфраструктури. Проєктування елементів вулично-дорожньої мережі має стратегічне значення для розвитку міст, оскільки це впливає на безпеку, зручність і сталість функціонування міського простору. Оптимальне проєктування дозволяє вирішувати проблеми транспортних заторів, затримок і збільшує потенціал для розвитку сталого та ефективного транспортного руху. Проєктування елементів мережі враховує питання безпеки дорожнього руху та вплив на екологію, що є важливими чинниками для забезпечення сталого розвитку міст.

Підтверджено, що проблеми у функціонуванні міської вулично-дорожньої мережі є актуальними та вимагають комплексних рішень. Необхідно враховувати аспекти розвитку інфраструктури, безпеки, якості дорожнього покриття та охорони довкілля. Зусилля уряду, місцевих органів влади та громадськості, спрямовані на вирішення цих проблем, можуть покращити якість життя в містах і забезпечити стабільне функціонування вулично-дорожньої мережі.

Узагальнені особливості проєктування елементів вулично-дорожньої мережі міст України вказують на проведений аналіз методів, що відомі в світовій практиці та спрямовані на поліпшення умов функціонування вулично-дорожньої мережі міст. Це дозволило розробити класифікацію заходів для поліпшення умов функціонування міської вулично-дорожньої мережі, з виділенням містобудівних, технічних та адміністративних заходів.

*Мета і задачі кваліфікаційної роботи.* Мета кваліфікаційної роботи полягає у розробці обґрунтованих та ефективних заходів для поліпшення умов функціонування вулично-дорожньої мережі міст України.



Завданням цієї роботи є розробка обґрунтованих та ефективних заходів для поліпшення умов функціонування вулично-дорожньої мережі міст України.

Для досягнення поставленої мети в кваліфікаційній роботі передбачене рішення наступних задач:

- провести аналіз нормативної бази та результатів наукових досліджень, що стосуються особливостей проектування головних вулиць населених пунктів;

- дослідити поточний стан і визначити закономірності та особливості розвитку вулично-дорожньої мережі, яка є ключовою складовою транспортної системи міста;

- визначити основні внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на функціонування вулично-дорожньої мережі міст України;

- проаналізувати та узагальнити наукові підходи до формування та розподілу транспортних потоків на головних вулицях міста.

- розробити стратегічні напрямки подальшого розвитку вулично-дорожньої мережі, враховуючи виявлені фактори та закономірності.

*Об'єкт дослідження* є елементи вулично-дорожньої мережі міст України.

*Предмет дослідження* є особливості проектування елементів вулично-дорожньої мережі міст України.

*Методи дослідження.* Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. За наслідками роботи опубліковані тези доповіді на III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ». Запоріжжя : ЗНУ, 2023р.

*Наукова новизна одержаних результатів.* Мета цієї магістерської роботи полягає у здобутті конкретних та теоретичних висновків щодо розробки методології для створення умов ефективного функціонування компонентів вулично-дорожньої мережі міст України.

*Практичне значення отриманих результатів* полягає в їх використанні як науково-методичних розробок та прикладних рекомендацій. Висновки та пропозиції, які представлені у дослідженні, можуть бути впроваджені у містобудівній діяльності під час прийняття рішень з удосконалення умов транспортного обслуговування населених пунктів.

*Особистий внесок автора.* Розглянуті особливості проектування головних вулиць населених пунктів та аспекти розробки інфраструктури для велосипедистів. Проведений аналіз методів, визначених світовою практикою, спрямованих на вдосконалення умов функціонування міської вулично-дорожньої мережі, призвів до створення класифікації заходів для покращення умов функціонування цієї мережі, зокрема виділення містобудівних, технічних та організаційних заходів.

*Відомості про апробацію результатів роботи.* За результатами досліджень опубліковано тези на тему: «Моніторинг та удосконалення інженерних об'єктів транспортної інфраструктури України». Опубліковані у збірнику III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ». Запоріжжя : ЗНУ, 2023.

*Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра.* Робота складається з вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 105 сторінках, 20 таблиць, 28 рисунків, 5 додатків. Для написання даної роботи використано 65 літературних джерел.

## РОЗДІЛ 1

# АКТУАЛЬНИЙ СТАН МІСЬКОЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТ УКРАЇНИ

### 1.1 Актуальний стан та виклики транспортного забезпечення у містах України

Протягом останніх років в містах України помітно збільшилася кількість автотранспорту, перевищуючи нормативи автомобілізації у великих і найбільших містах навіть у декілька разів. Це інтенсивне зростання автопарку, особливо в міських районах, призвело до появи проблем у транспортній системі. Хоча транспортні засоби мають покращувати умови для мешканців, у багатьох випадках вони призводять до негативних наслідків, погіршуючи ситуацію. Однією з причин таких проблем є недостатня розвиненість дорожньої мережі, яка не відповідає потребам у руху [1].

Актуальний стан сучасного населеного пункту. Сучасне місто – це складна система, де на невеликій площі зосереджені житлові будівлі, підприємства, адміністративні, культурні та медичні установи, транспортні артерії і велика кількість людей. Забезпечення належних умов для проживання потребує розширення впливу міста, що вимагає відповідного розвитку транспортної системи. Якість життя в місті залежить від того, наскільки ефективно організоване транспортне обслуговування.

Транспортна інфраструктура міста є важливою складовою загальної системи підтримки життєдіяльності населення та підприємств, поруч з енергопостачанням, водопостачанням, теплопостачанням і каналізацією. У сучасному багатофункціональному місті, де праця розділена на окремі сфери, місце проживання вже не так сильно пов'язане з роботою [2].

Серед інших факторів, що впливають на потреби у переміщенні, є зростання вільного часу, розвиток культурних, спортивних і туристичних можливостей, що спричиняє збільшення інтенсивності міського руху, особливо автомобільного [3–5].

Міський рух зростає через збільшення потреб у переміщенні, що виявляється не лише у збільшенні кількості подорожей, а й у їхній віддаленості. Такий ріст викликаний кількома факторами, такими як швидкий соціально-економічний розвиток, концентрація виробництва та установ обслуговування, що призводить до ускладнення транспортних зв'язків у місті і зростання проблем з паркуванням.

Міський рух утворюється для забезпечення зв'язків між складовими частинами планування міста. Найбільш ефективним є забезпечення руху транспортом, який найкращим чином відповідає масштабам забудови міста. У сучасних великих містах це стало серйозною проблемою, що має вирішення вплив на умови життя людей та подальший розвиток міських територій.

Існують два способи вирішення цієї транспортної проблеми: адаптація міста до потреб транспорту або пристосування транспорту до наявної забудови міста [4]. Перший спосіб, хоча й потребує значних витрат, зазвичай має найбільший вплив на розвиток міста через радикальні заходи щодо будівель та споруд. Другий спосіб, хоча менш витратний, обмежує можливості транспорту та зменшує його ефективність.

Оптимальне поєднання цих підходів може виявитися найкращим для вирішення транспортних проблем у містах. Обсяг перевезень у містах залежить від чисельності населення: зі зростанням населення збільшується не лише територія міста, а й відстань, яку необхідно подолати. Таке збільшення веде до зменшення пішохідних переміщень та зростання використання транспорту.

Вирішення транспортних проблем у містах потребує комплексного підходу, оскільки транспортна система включає багато складових, таких як

дорожня мережа, транспортний рух, парковки та система управління рухом. Функціонування міського транспорту базується на координації всіх видів транспорту, які працюють у місті.

За обсягами перевезень перевагу у транспортній системі України і більшості країн має автомобільний транспорт. Автомобільний транспорт має свої переваги, такі як маневреність, можливість перевезення без перевантаження та використання власниками без необхідності будівництва спеціальної інфраструктури.

Таблиця 1.1 – Рівень поширеності автомобілів у певних країнах глобального співтовариства [52]

Країна	Населення, тис. чол.	Кількість легкових автомобілів, тис. шт.	Кількість комерц. автомобілів, тис. шт.	Загальна кількість автомобілів, тис. шт.	Забезпечення авто на 1000 жителів
У світі	7043106	833342	309888	1143231	162
Бруней	412	120,0	240,0	360,0	873
США	313874	120901,6	130595,5	251497,1	801
Ісландія	321	210,0	33,0	243,0	758
Австралія	22724	13000,0	3 436,0	16 436,0	723
Кувейт	3250	850,0	1 500,0	2350,0	723
Мальта	419	250,0	47,0	297,0	708
Італія	59540	37078,0	4 922,0	42000,0	705
Фінляндія	5414	3037,0	530,0	3567,0	659
Нова Зеландія	4433	2425,0	459,0	2884,0	651
Литва	2988	1753,0	152,0	1905,0	638
Канада	34754	20750,0	995,0	21745,0	626
Норвегія	5019	2433,0	571,0	3004,0	599
Японія	127561	59421,0	16705,0	76126,0	597
Австрія	8430	4584,0	426,0	5010,0	594
Іспанія	46761	22248,0	5233,0	27481,0	588
Швейцарія	7997	4255,0	420,0	4675,0	585
Франція	65677	31600,0	6538,0	38138,0	581
Білорусь	9464	2900,0	460,0	3360,0	355
Росія	143178	38748,0	6637,0	45385,0	317
Казахстан	16791	3850,0	690,0	4540,0	270
Україна	45593	7300,0	1400,0	8700,0	191
Ефіопія	91729	82,0	60,0	142,0	2
Всього	7 043 106	833 342	309 888	1 143 231	162

Автомобільний транспорт є ключовим для економічного та соціального розвитку містних жителів, але разом з його великою користю і потенціалом виникає цілий набір проблем. Ці проблеми стосуються його експлуатації в міських районах, де перевантажена вулично-дорожня мережа автомобільним транспортом. Це призводить до зменшення швидкості руху, утворення черг, збільшення часу на переміщення, та негативно впливає на продуктивність автомобільного транспорту, психологічний стан учасників дорожнього руху та мешканців, а також спричиняє шум і забруднення території, що в свою чергу збільшує кількість дорожньо-транспортних пригод і, на жаль, призводить до травм та смертельних випадків на вулицях міст [18].

Розвиток транспортної системи будь-якої країни безпосередньо залежить від економічної ситуації в цій країні. Автомобільний транспорт відображає стабільність та ефективність розвитку кожної держави, що дозволяє пояснити збільшення кількості легкових автомобілів як покращення рівня життя населення.

Показник 600 легкових автомобілів на 1000 мешканців вже досягнуто в різних країнах – і це лише початок, оскільки спостерігається тенденція "multy-motorisation", тобто користування кількома легковими авто в сім'ї.

У розвинених країнах відбувається зниження темпів росту автопарку, наприклад, у Північній Америці спостерігається зростання кількості сімей, у яких є два або більше автомобілів, що свідчить про зміну у споживанні автомобілів. У ряді країн Європи також помітно зростання кількості сімей, у яких є два або більше автомобілів. Наприклад, в Іль-де-Франс (агломерація Парижу) за останні роки збільшилася частка домогосподарств з двома і більше авто. Такі тенденції спостерігаються також у Великобританії [55], де відбулася зміна у складі домогосподарств, збільшившись кількість тих, у кого є два і більше автомобілів.

В Україні спостерігається постійний і значний приріст автотранспорту, що розпочався у 1990-х і триває до цього часу. Ця тенденція безпосередньо пов'язана з розширенням економічних можливостей громадян, їхньою

свободою у виборі місця проживання та роботи. Це призвело до швидкого зростання автомобільності, що свідчить про бажання українців підвищити свою мобільність та поліпшити якість життя. Автомобіль для багатьох не лише засіб переміщення, але й символ статусу, благополуччя та успіху.

У світовій практиці країни класифікують за рівнем автомобілізації: низький рівень (менше 50 автомобілів на 1000 жителів), середній рівень (50-300 автомобілів на 1000 жителів) та високий рівень (понад 300 автомобілів на 1000 жителів).

Згідно з [40], кількість автомобілів в населених пунктах визначається як сума існуючого рівня автомобільності та щорічного приросту автопарку.

Сьогодні Україна має середній рівень автомобільності, що не належить до небезпечного. Проте, великі та найбільші міста України мають значну кількість автомобілів, що наближає їхню ситуацію до критичної. Наприклад, у всіх країнах світу рівень автомобільності у великих містах перевищує національний рівень. Це призвело до перевантаження вулично-дорожньої мережі міст автотранспортом.

Ця ситуація є характерною і для України, зокрема для Києва, де кількість автомобілів стрімко зростає. Наприклад, у Києві на 1000 жителів припадає 308 автомобілів. Щорічний приріст автотранспорту у Києві становить 10%. За останні роки кількість автомобілів у Києві майже подвоїлась і на 2016 рік склала 899 200 одиниць. Крім того, через місто щоденно проїжджає понад 250 тисяч транзитних автомобілів, з них понад 40 тисяч - вантажівки.

Легковий автотранспорт в Україні активно розвивається через кілька причин: його легка експлуатація, доступність та невеликі витрати на обслуговування, швидке переміщення порівняно з громадським транспортом, комфорт для пасажирів, забезпечення незалежності у переміщенні та створення престижу для власника.

Саме легковий автомобіль надає можливість вибору в переміщенні, створює комфорт та особистий простір і забезпечує максимальну мобільність і швидкість. Проте він, сподівалося, мав покращувати якість життя, але

насправді відіграв роль у створенні проблем для міського середовища. Навіть при великих вкладеннях у розвиток дорожньої мережі не завжди вдається отримати позитивний результат.

Збільшення кількості автомобілів у містах спричинило перевантаження доріг, змушуючи значну частину пасажирських перевезень переключатися на легкові автомобілі. Необумоване використання цього виду транспорту, зокрема без зв'язку з міським пасажирським транспортом та врахування пропускної спроможності доріг, призвело до "транспортного паралічу" у багатьох містах. Це також викликало затори не лише у центральних, але й у передмістях.

Зростання кількості автомобілів потребує більших вимог до планування та розвитку міст. На кожного пасажира легкового автомобіля вимагається більше місця на дорозі, ніж на одного пасажира автобуса. Ставити автомобілі на стоянку у центральних зонах міста під час робочого часу призводить до погіршення умов руху транспорту, знижуючи середню швидкість руху до 7-10 км/год.

Затори стали нормою й спостерігаються на ділянках доріг упродовж 10-12 годин у робочі дні. У більшості міст, особливо в Україні, кількість автотранспорту, зокрема легкових автомобілів, річно зростає, при тому, що розвиток доріг відстає від потреб. Однак наразі будівництво нових вулиць та реконструкція існуючих відбувається дуже повільними темпами.

Тому, для забезпечення ефективної роботи транспорту в містах, скорочення часу доставки вантажів і пасажирів, а також покращення комфорту та безпеки на дорогах, необхідно поліпшувати умови експлуатації дорожньої мережі міст.



## 1.2 Дії спрямовані на поліпшення умов функціонування міської вулично-дорожньої мережі в Україні

Функціонування вулиць і доріг у населених пунктах полягає в забезпеченні умов для ведення активностей, що відбуваються в межах цих просторів. Щоб це здійснювалося, потрібно проаналізувати та встановити, як саме процес функціонування вулиць і доріг впливає на навколишнє середовище.

Згідно із законодавством України, автомобільна дорога - це система інженерних конструкцій, призначених для безперервного, безпечного та комфортного руху транспортних засобів, а вулиця - це частина автомобільної дороги, спрямована на рух транспорту та пішоходів, і включає в себе мережі інженерних споруд та об'єкти благоустрою [25].

На вулицях розміщують проїзну частину, тротуари, зелені насадження, інженерні мережі та елементи благоустрою, а їхній простір формується прилеглими будівлями або іншими об'єктами.

Після аналізу функціонування вулиць і доріг міста виділяються такі основні функції: забезпечення доступу до будівель та інфраструктури, організація руху транспорту, створення місць для стоянки, відведення поверхневих вод, розміщення інженерних мереж, облаштування громадської інфраструктури та простору для відпочинку та культурних заходів.

Функція дороги обмежується забезпеченням безперервного та безпечного руху транспортних засобів, у відміну від вулиць, які мають ширший спектр функцій, пов'язаних із загальними активностями містян та рухом транспорту.

Вулично-дорожня мережа міста - це система зв'язку для транспорту та пішоходів між ключовими елементами планування. Основна роль функціонування цієї мережі полягає в забезпеченні руху транспортних засобів та пішоходів по вулицях та дорогах у населених пунктах. Ця інженерна система має за завдання забезпечувати безперебійний рух та

зручність користування для водіїв, пасажирів і пішоходів. Основна мета роботи полягає у вивченні умов експлуатації цієї мережі у великих і найбільших містах України.

Для покращення функціонування вулично-дорожньої мережі міста слід звернути увагу на кілька напрямків: підвищення швидкості руху, зменшення та важкості дорожньо-транспортних пригод, скорочення зупинок та часу у черзі, створення комфортних умов для різних видів переміщень (автомобільні, громадські, піші) та зменшення транзитного автомобільного руху.

Погіршення умов функціонування вулично-дорожньої мережі міст України може бути спричинене кількома факторами: відсутність систем для відведення транзитних та вантажних потоків, розбитість мережі магістральних вулиць, вичерпаність потенціалу доріг, відставання розвитку інфраструктури від потреб міста, неефективне управління автостоянками та неоптимальне використання дорожньої мережі.

Вирішення транспортних проблем заохочує міську владу до впровадження різноманітних заходів з метою забезпечення максимального руху пасажирів та вантажів при мінімальній навантаженні на дороги та з використанням мінімуму ресурсів. Однією з ключових задач соціально-економічного розвитку міст є покращення умов руху та функціонування міського транспорту.

Заходи, спрямовані на поліпшення умов на вулицях та дорогах у містах, що реалізуються в нашій країні, діють у двох напрямках:

- реконструкція і будівництво нових доріг та інфраструктурних об'єктів;
- підвищення пропускної здатності існуючих мереж шляхом організації дорожнього руху.

Проте досвід розвинутих країн показує, що при великому прирості автомобільного транспорту і обмежених фінансових можливостях вказані заходи не завжди забезпечують стійкий і тривалий результат. Для досягнення цієї мети потрібно застосовувати комплексний підхід, що вже довів свою

ефективність в інших країнах, які стикалися зі схожими проблемами автомобілізації, а такі виклики стають актуальними й для України.

Розглянемо можливі методи вирішення транспортних проблем у містах, аналізуючи досвід розвинутих країн світу. Це включає:

- нормативно-законодавчі заходи;
- містобудівні методи;
- технічні заходи;
- адміністративні заходи;
- організаційні заходи управління дорожнім рухом.

Всі ці заходи спрямовані на покращення умов функціонування вулично-дорожньої мережі. Нормативно-законодавча база України, що включає основні закони і документи щодо планування міст, доріг, технічного обслуговування транспортних систем, визначає основні принципи діяльності державних і місцевих органів, підприємств, громадян та об'єднань у створенні життєвого середовища.

Містобудівні заходи мають на меті створення компактного та комфортного міського середовища, що дозволить зменшити залежність від особистого автотранспорту. Вони спрямовані на оптимізацію просторових розв'язок та скорочення потоків автомобілів, що стає важливим у зростаючому використанні приватних авто та мобільності населення.

Методи містобудування включають: розподіл функцій на території міста, проектування і будівництво, визначення розвитку транспортної мережі та зони впливу, створення мережі доріг і вулиць, розташування паркувальних майданчиків та гаражів, урахування потреб майбутнього розвитку транспорту і планування доступності до об'єктів.

Методи містобудування для покращення функціонування вулично-дорожньої мережі ґрунтуються на розподілі міста на транспортно-планувальні райони, балансує кількість місць праці та активного населення. Цей баланс не означає, що кожен мешканець повинен працювати у своєму районі. Трудові потоки між районами завжди будуть існувати, проте

цей підхід спрямований на зменшення загальної кількості переміщень. Такий підхід сприяє зниженню мобільності населення та транспортного навантаження на дорожню мережу.



Рисунок 1.1 – Дії спрямовані на вдосконалення умов функціонування вулично-дорожньої мережі міст

Методи містобудування для покращення функціонування вулично-дорожньої мережі ґрунтуються на розподілі міста на транспортно-планувальні райони, балансуючи кількість місць праці та активного населення. Цей баланс не означає, що кожен мешканець повинен працювати у своєму районі. Трудові потоки між районами завжди будуть існувати, проте цей підхід спрямований на зменшення загальної кількості переміщень. Такий підхід сприяє зниженню мобільності населення та транспортного навантаження на дорожню мережу.

Планування та будівництво міст може допомогти зменшити обсяги транспортного руху завдяки раціональному розміщенню точок тяжіння. Технічні заходи передбачають створення нових доріг, реконструкцію існуючих, будівництво транспортних вузлів, мостів, місць для паркування, а також дотримання відповідних будівельних норм.

Аналіз різних міст показує, що немає універсального підходу, оскільки кожен міський регіон має свої власні особливості. Треба акцентувати увагу на організації простору для маломобільних груп населення, пішоходів та велосипедистів, забезпечуючи безпеку, комфорт та доступність. Наприклад, для людей із крісель-колясок, потрібно будувати похилі пандуси у всіх місцях перетину пішохідних шляхів з дорогами.

На рисунку 1.2 показані основні методи та пристосування для створення доступного середовища для людей з обмеженими можливостями, пішоходів та велосипедистів.

Існують різні типи пандусів:

- стандартний – вбудований у тротуар, має три сторони для руху у трьох напрямках;
- прилаштований – прилягає до тротуару, забезпечує виїзд з трьох напрямків. Використовується, головним чином, на автостоянках;
- односкатний – має один нахил. З обох боків його обмежують бордюри, тому цей тип пандусів вважається небезпечним для користувачів візками та звичайних пішоходів.



Рисунок 1.2 – Основні методи та пристосування для створення доступного середовища для людей з обмеженими можливостями, пішоходів та велосипедистів

Зупинки громадського транспорту мають важливу комунікативну та естетичну роль у вулично-дорожній мережі міст і складаються з різних елементів, що показані на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Компоненти зони зупинки громадського транспорту

Для поліпшення стану вулично-дорожньої мережі населених пунктів необхідно вирішити кілька стратегічних завдань. Ці завдання ґрунтуються на аналізі вітчизняної та зарубіжної практики у проектуванні, будівництві та експлуатації житлових та громадських об'єктів, а також на досвіді експериментального проектування та реконструкції об'єктів з урахуванням критеріїв доступності для всіх користувачів. Ці вимоги включають наступні компоненти:

- компоненти доступності (показано на рис. 1.4)
- компоненти комфорту (показано на рис. 1.5)
- компоненти інформативності (показано на рис. 1.6)
- компоненти безпеки (показано на рис. 1.7)

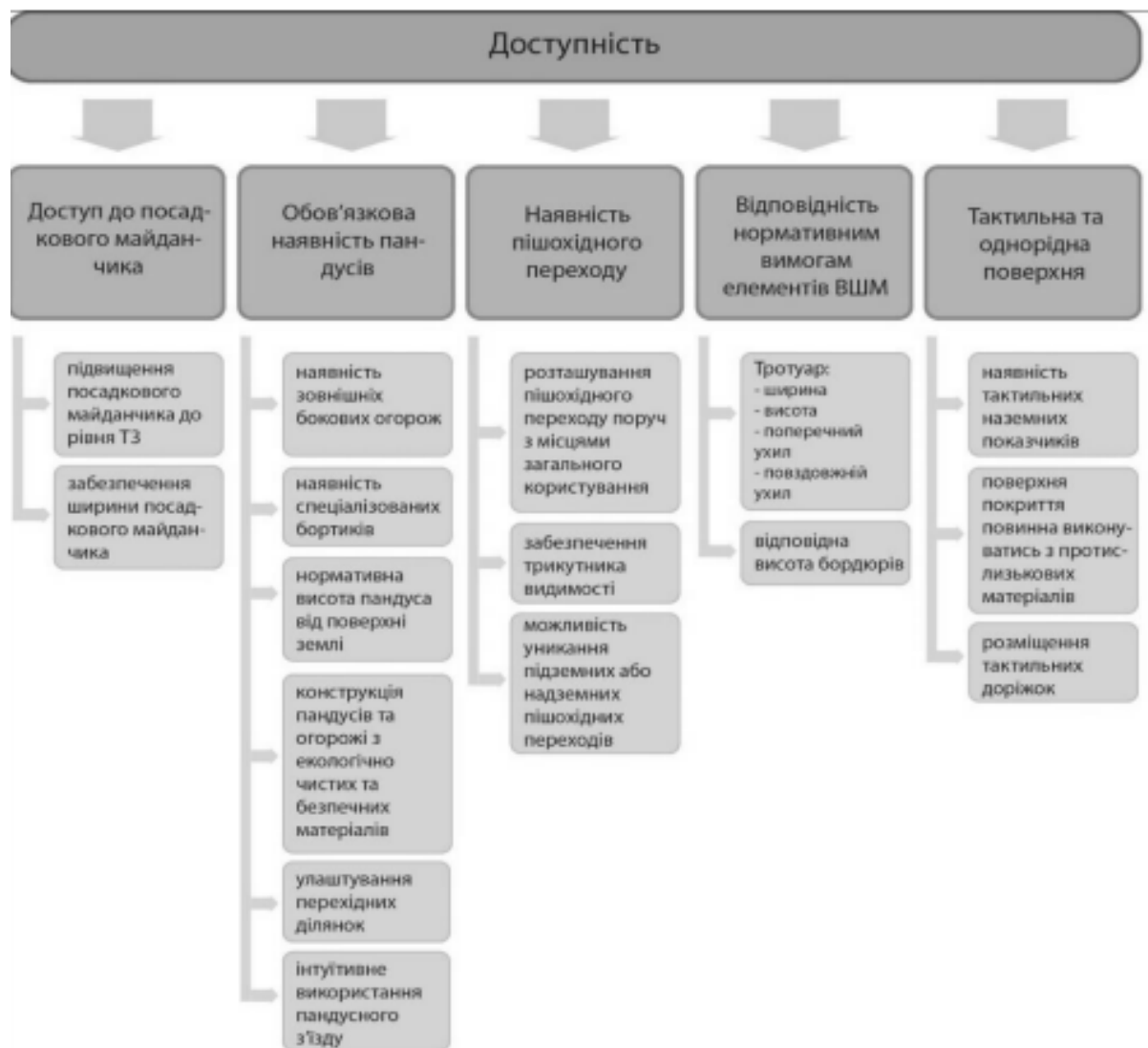


Рисунок 1.4 – Компоненти доступності



Рисунок 1.5 – Компоненти комфортності



Рисунок 1.6 – Компоненти інформативності



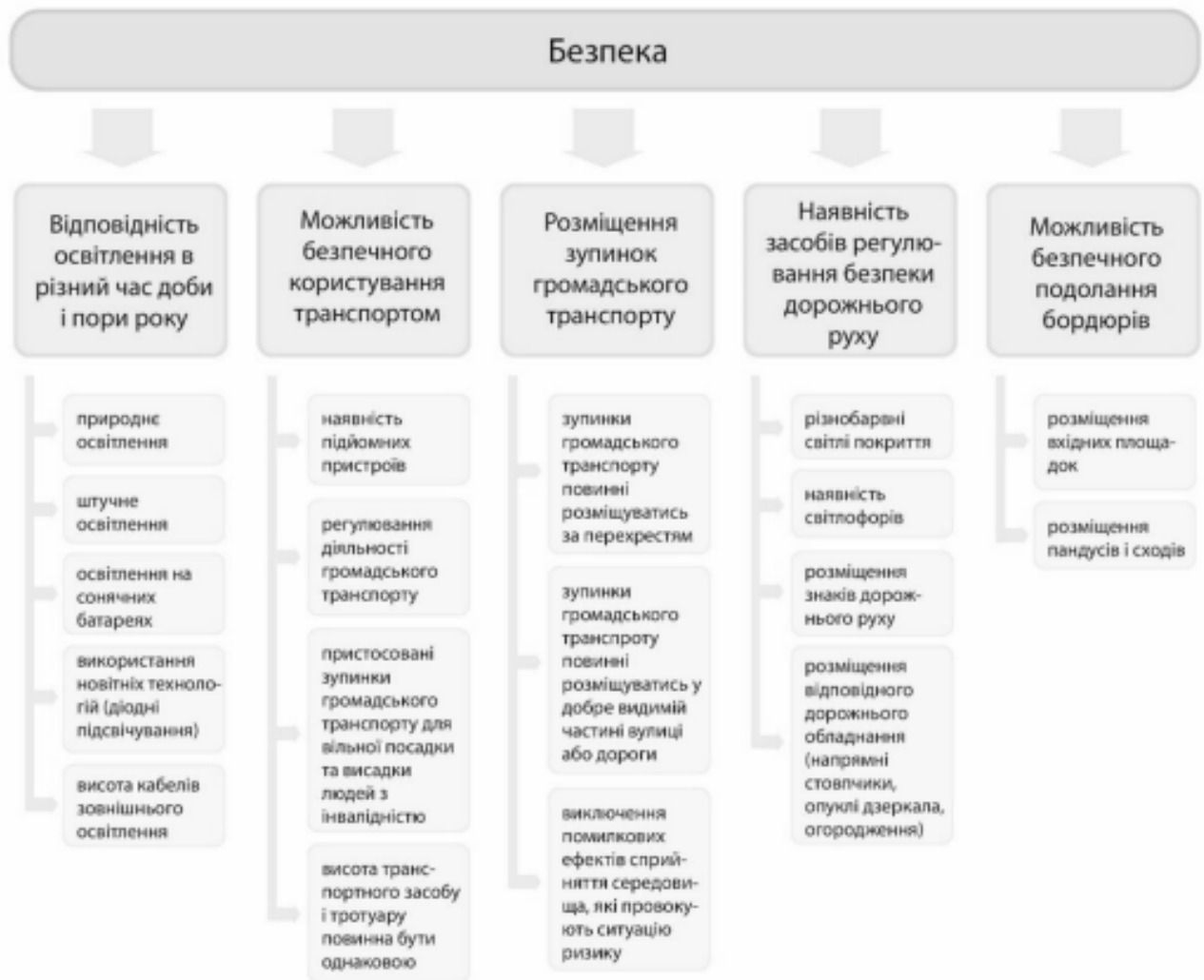


Рисунок 1.7 – Компоненти безпеки

Отже, вирішення проблем у сфері транспорту потребує конкретного і комплексного підходу, який охоплює впровадження взаємопов'язаних заходів у містобудуванні, організації, техніці та управлінні.

Цей інтегрований підхід до застосування всіх можливих методів та засобів дозволить оптимізувати систему транспортних зв'язків у великих містах і максимально враховувати їхні потреби, враховуючи реальні витрати на розвиток транспортної інфраструктури. Це також дозволить вирішити проблему формування магістральних систем вулиць у населених пунктах.

## РОЗДІЛ 2

### ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ

#### 2.1 Проблеми функціонування вулично - дорожньої мережі міст

Однією з основних проблем є перевантаженість доріг. Це виникає через зростання автопарку та підвищення попиту на транспортні послуги. Надмірна кількість автомобілів на дорогах призводить до заторів, затримок та загального погіршення руху. Для вирішення цієї проблеми можна розглядати такі заходи:

- розвиток громадського транспорту, залежного від автомобілів;
- побудова додаткових доріг та об'єктів інфраструктури для покращення пропускної спроможності;
- підтримка ініціатив з популяризації альтернативних видів транспорту, таких як велосипеди та пішохідні зони.

Стан дорожнього покриття. Слабке стан дорожнього покриття є серйозною проблемою, яка призводить до необхідності регулярного ремонту та обслуговування. Неякісне дорожнє покриття призводить до збільшення витрат на ремонт автомобілів та збільшення аварійності. Для вирішення цієї проблеми необхідно:

- регулярно проводити діагностику та ремонт доріг;
- використовувати якісні матеріали при будівництві та ремонті дорожнього покриття;
- розвивати технології, які допомагають підвищити тривалість служби доріг.

Безпека на дорогах є дуже важливою проблемою. Дорожньо-транспортні пригоди призводять до втрат життя та травмувань. Для поліпшення безпеки на дорогах можна вживати такі заходи:

- запровадження строгих правил дорожнього руху та відповідальності за їх порушення;
- розвиток системи безпеки на дорогах, включаючи системи автоматизованого контролю та попередження аварій;
- популяризація освіти та культури дорожнього руху серед населення.

Функціонування вулично-дорожньої мережі також впливає на довкілля через викиди шкідливих речовин і споживання природних ресурсів. Для зменшення негативного впливу на довкілля можна вживати такі заходи:

- розвиток та підтримка екологічно чистих видів транспорту, таких як електричні та гібридні автомобілі;
- зменшення використання окремих видів транспорту через сприяння публічному транспорту та велосипедним маршрутам;
- впровадження екологічних стандартів для автомобілів та транспортної інфраструктури.

Постійні переміщення великої кількості людей у місті породжують на вулично-дорожній мережі інтенсивні транспортні та пішохідні потоки, що призводить до значних витрат часу на переміщення. Сучасний стан транспортної системи у великих містах України, зокрема Києва, залишає бажати кращого. Часті затори перевищують часи подорожі як громадським транспортом, так і на особистих автомобілях. Це вимагає розробки та впровадження ефективних заходів для поліпшення умов руху міського автотранспорту, що в значній мірі залежить від технічного стану та обтяження вулично-дорожньої мережі.

Для покращення ефективності міських доріг та вулиць важливо провести аналіз принципів підвищення транспортних якостей, безпеки руху та збільшення пропускної здатності. Покращення умов руху на дорогах та

вулицях міста є ключовим для підвищення продуктивності транспорту, безпеки руху та зниження витрат на перевезення вантажів і пасажирів [20].

Одним з основних завдань є організація руху від точки відправлення до місця призначення за найкоротший час. Це передбачає розробку заходів, спрямованих на запобігання черг і затримок, що часто виникають через неорганізованість транспортних потоків і непридатність доріг для потреб руху.

Для поліпшення функціонування вулично-дорожньої мережі потрібно проаналізувати причини, що призводять до погіршення її роботи і експлуатації.

Головним завданням вулично-дорожньої мережі міста є створення умов для ефективної роботи транспорту, забезпечення безпеки руху та збереження інфраструктури від передчасного зносу.

Транспортні засоби, що користуються міською мережею, можна розділити на три групи:

- транспорт, що рухається за чітким графіком;
- транспорт, який працює згідно графіків підприємств і організацій;
- транспорт, що рухається без стабільних графіків.

Маючи у виді три типи транспорту, у нас виникає неспрямований характер руху по міській мережі. Управління транспортними потоками та організація руху стає складною задачею, яку можна вирішити через методи містобудування, регулювання та управління, включаючи розробку схем функціонального зонування міста. Це дозволяє передбачити наслідки автомобілізації та можливі проблеми з транспортним обслуговуванням ще на етапі проектування.

Проблема транспорту у містах полягає в тому, що на малій території, приблизно десь 2-5% проживає від половини до 90% населення. Наприклад, Київ має 2,76 млн зареєстрованих мешканців, а фактично в ньому проживає 3,1 млн. Денна кількість людей становить 3,5 млн. До цього додається нерівномірне розподілення робочих місць: на Лівобережжі проживає 36,2%

мешканців, але працює лише 19,7% робочих місць. На Правобережжі живе 63,8% населення, але тут функціонує 81,3% робочих місць. До того ж, легкові автомобілі становлять 84% від загальної кількості транспорту, а індивідуальні легкові авто — понад 95%.

Фахівці вказують на три способи вирішення цієї проблеми: великі вкладення, що полягають у реконструкції та будівництві магістралей та доріг без перехрещень. Проте цей метод важко застосувати у міській мережі.

Середні вкладення, що включають реконструкцію існуючої мережі. Цей метод також зустрічає проблеми, пов'язані з наявною забудовою.

Малі вкладення, що передбачають методи організації дорожнього руху (ОДР). Цей підхід дозволяє вирішувати проблему, не змінюючи наявної забудови міста та забезпечуючи високий рівень безпеки. Реалізація методів ОДР здійснюється через технічні засоби організації дорожнього руху.

Для забезпечення потрібної пропускної здатності вулично-дорожньої мережі міста важливо створити відповідні дорожні умови, включаючи будівництво нових та реконструкцію існуючих інженерних споруд та елементів вулиць і доріг.

Проте не завжди вирішення цих питань гарантує поліпшення роботи всієї мережі. Окрім заходів, спрямованих на будівництво та реконструкцію вулично-дорожньої інфраструктури, потрібно враховувати також організацію дорожнього руху для керування транспортними потоками у міських вулицях.

На сьогоднішній день для українських міст будівництво нових або реконструкція наявних елементів вулично-дорожньої мережі є одним з основних підходів до вирішення проблем транспорту. В багатьох випадках реконструкція найбільш навантажених ділянок мережі допомагає зменшити затримки транспорту шляхом будівництва нових транспортних розв'язок, розширення проїзної частини та інших заходів. Але слід зазначити, що це вимагає значних фінансових і часових витрат.

Збільшення обсягів міського руху призводить до великих капітальних вкладень у будівництво і реконструкцію транспортних споруд,

удосконалення проектів і більш детального їх розгляду. Проте реконструкція чи будівництво можуть не завжди привести до бажаного результату. Практика показує, що після завершення робіт на певній ділянці транспорт використовується великою кількістю, що знову призводить до затруднень у русі. Наприклад, реконструкція транспортної розв'язки в Києві була завершена у 2012 році за вартістю 280 млн грн, але після шести років цей вузол знову не відповідає потребам руху. Як можна покращити умови функціонування всієї вуличної-дорожньої мережі відповідно до цього?

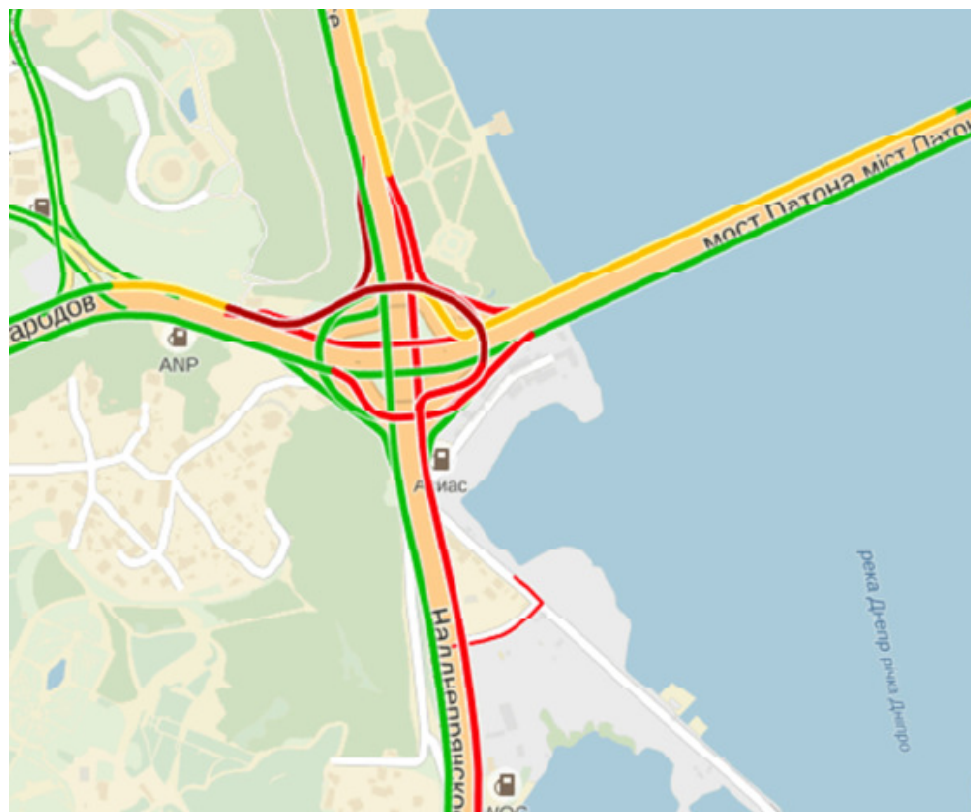


Рисунок 2.1 - Ситуація на транспортній розв'язці у місті Києві [19]

Для ефективної роботи автомобільного транспорту потрібна певна інфраструктура, але розвиток цієї інфраструктури потребує значно більше ресурсів, ніж створення самих автомобілів. Часто кількість доріг та їхня пропускна здатність не встигають за розвитком автопарку, особливо це помітно у містах, де обмежені можливості для розвитку транспортної

інфраструктури. Один із ключових варіантів вирішення цієї проблеми - раціональне використання наявної інфраструктури.

Варто зазначити, що вулично-дорожня мережа українських міст, ураховуючи транспортну ситуацію, часто працює в межах своїх можливостей. Наприклад, у місті Києві інтенсивність руху на магістральних вулицях в пікові години може сягати 420-850 автомобілів на одну смугу, в той час як нормативний показник за [4] становить 1200 авт/год.

По-перше, перевантаження окремих ділянок вулично-дорожньої мережі, зумовлене зростанням інтенсивності та щільності руху, призводить до зниження швидкості руху транспорту. Це може стати причиною утворення заторів. При недостатньо розвинутій мережі збільшення транспортних потоків призводить до значного зменшення швидкості руху та утворення заторів, а вони можуть бути викликані різними факторами: від організаційно-керівних до непередбачуваних ситуацій, таких як аварії або погодні умови. Затори можуть бути як регулярними, так і нерегулярними.

Нерегулярні затори не можна передбачити наперед, їх викликають різні фактори, такі як тихохідні транспортні засоби, погодні умови, випадкові події на дорозі, і вони призводять до різкого зменшення швидкості руху або його повної зупинки. Регулярні затори, у свою чергу, зумовлені недоліками дорожніх умов: обмеженою видимістю, крутими підйомами, різкими поворотами на дорозі, а також при в'їзді на дорогу при великій кількості автомобілів, які виїжджають на неї.

Проблеми незадовільного функціонування вулично-дорожньої мережі у містах України включають неоптимальний розподіл транспортних потоків, несформовану систему управління дорожнім рухом, проблеми з паркуванням автомобілів та надмірний попит на пересування, який перевищує можливості інфраструктури.

Українські міста страждають від низького рівня розвитку вулично-дорожньої мережі, особливо через відсутність швидкісних магістралей. Це призводить до того, що обслуговування транспорту, як міського, так і

транзитного, здійснюється за допомогою мережі вулиць, включаючи житлові та центральні райони міста. Це порушує принцип спеціалізації різних типів вулиць та доріг, які передбачені в нормативах проектування та сучасних принципах організації дорожнього руху.

У сучасних умовах розвитку міст в Україні, важливо зосередитися на вдосконаленні методів прогнозування та планування розвитку транспортної системи, включаючи розвиток її інфраструктури. Оптимальним рішенням для забезпечення ефективності вулично-дорожньої мережі сучасних міст є створення інтелектуальних систем управління та розподілу транспортних потоків, які ґрунтуються на визначенні найоптимальніших маршрутів для транспортних засобів.

Таким чином, ефективне функціонування вулично-дорожньої мережі міста передбачає безперервний і безпечний рух транспортних засобів з мінімальними витратами. Оцінка функціонування вулично-дорожньої мережі включає в себе середній час та швидкість переміщення. Наприклад, перевищення середнього часу руху призводить до додаткових витрат та економічних втрат. Найбільш ефективними заходами в цих умовах є впровадження систем управління та організації дорожнього руху для оптимального розподілу транспортних потоків.

На сьогоднішній день існують різні способи розподілу транспортних потоків у містах на вулично-дорожній мережі:

- організація одностороннього руху;
- заборона руху транспортних засобів по окремих частинах дорожньої мережі (повна, обмежена за часом або видами транспорту);
- заборона руху на деяких напрямках у вузлових пунктах дорожньої мережі (повна або часткова).

Правильне впровадження одностороннього руху може значно поліпшити організацію руху транспорту та пішоходів на перехрестях, збільшуючи пропускну здатність вулиць, підвищуючи швидкість руху та зменшуючи кількість дорожньо-транспортних пригод.



Умови доцільного впровадження системи одностороннього руху включають високу щільність вуличної мережі з паралельно розміщеними вулицями на відстані не більше 300 метрів. Більші відстані не приносять економічних переваг, а лише збільшують час сполучення та перепробіг транспорту, а також відстань до зупинок громадського транспорту.

Заборона руху окремих видів транспортних засобів дозволяє створити одноманітний руховий потік, що суттєво знижує кількість ДТП та транспортні затримки, сприяючи раціональнішому використанню дорожньої мережі.

Розподіл потоків за напрямками дозволяє упорядкувати транспортні потоки, виділяючи окремі смуги для кожного напрямку руху, будуючи окремі проїзні частини та напрямні островці для руху в різних напрямках.

Крім цього, потоки транспорту можуть бути розподілені за походженням та призначенням на такі види: неперервний транзит, вхідний перервний транзит, вихідний транспортний потік та внутрішньорайонний чи міський рух. Розподіл потоків за рівнями руху може здійснюватись через будівництво різних рівнів перетинів з автомобільними дорогами та залізницями, а також створення підземних чи надземних пішохідних переходів.

Розподіл транспортних потоків за різними швидкостями виконується різними способами. На автомобільних дорогах і в міських магістральних вулицях застосовуються різні прийоми для регулювання руху. Наприклад, додаткові смуги влаштовуються для повільніших транспортних засобів на підйомах, а також для розгону і гальмування на перехрестях та при в'їздах до доріг. Крім того, на окремих смугах обмежують максимальну та мінімальну швидкість руху.

Але ці методи мають обмеження, оскільки можуть розділяти потік лише для певних видів транспорту. Зокрема, легкові автомобілі, які часто використовуються в містах, не можуть бути окремо розділені на різні потоки. Оскільки рух легкових автомобілів носить випадковий характер, організація

їхнього руху є ключовою для ефективного функціонування всієї транспортної мережі.

На великих міських вулицях транспортний потік особливо чутливий до навіть невеликих змін умов, які можуть виникнути на дорозі. Швидке вирішення таких ситуацій потребує зменшення кількості транспортних засобів, які наближаються до місця ускладненого руху.

Один з принципів управління дорожнім рухом у світовій практиці полягає в досягненні рівноваги потоків, де витрати часу на поїздку залежать від обсягу транспортних потоків на різних частинах дороги.

Для підтримки ефективного функціонування транспортної системи деякі методи передбачають перерозподіл транспортних потоків з завантажених ділянок на менш завантажені. Проте успішне застосування цього підходу вимагає врахування відповідності пропускної спроможності альтернативних шляхів при максимальному навантаженні, щоб забезпечити рівновагу потоків та мінімізувати час вимушеного простою.

Розподіл транспортних потоків по елементах дорожньо-транспортної мережі в значній мірі залежить від відповідності транспортного попиту міста та його транспортної пропозиції.

Транспортна пропозиція включає елементи, які сприяють задоволенню існуючого транспортного попиту в системі міста. Це означає, що обсяг транспортного попиту визначає рівень транспортної пропозиції. Отже, необхідно аналізувати кожен окрему територію міста як споживача транспортних послуг, щоб з'ясувати, які транспортні потреби мають на увазі для переміщення людей та вантажів і як вони відповідають можливостям транспортної системи цієї території. Встановлення необхідного відношення між транспортною пропозицією та транспортним попитом будь-якого населеного пункту передбачає визначення показників його транспортного балансу.

Транспортний баланс міста означає рух вантажів та пасажирів по його території, а також вказує на соціально-економічні зв'язки між різними

районами міста. Це допомагає з'ясувати транспортну залежність кожного району міста, яка визначає його транспортний попит.

При раціональному розвитку міських вулиць і доріг важливо враховувати два фактори: ємність мережі, яка показує, наскільки мережа може обслуговувати міський рух, та завантаження мережі, яке визначає максимально очікуваний розмір міського руху. Якщо мережа перевантажена, вона не працює ефективно, тому що не може забезпечити потрібні умови для руху зростаючих потоків пасажирів і транспорту. Іншими словами, якщо ємність перевищує завантаження, місто має зайву мережу доріг, що може призводити до неефективного використання коштів на будівництво і утримання доріг.

Крім того, навіть якщо мережа відповідає своїй ємності і завантаженню, у багатьох містах виникають переповнені ділянки і елементи мережі, що призводить до значних заторів, сповільнення руху та інших проблем.

На сьогоднішній день існує широкий спектр наукових досліджень і практичних підходів, які мають на меті поліпшення умов руху транспортних засобів у містах. На жаль, хоча існують математичні моделі та теорії, які укладені в конкретні інженерні рекомендації, вони наразі не в змозі повністю вирішити всі транспортні проблеми.

Одним з факторів, що призводить до ускладнення умов руху транспортних засобів у містах, є скупчення багатьох автотранспортних засобів в одному конкретному місці. Отже, виникає питання: як забезпечити оптимальний розподіл транспортних засобів по вуличній мережі міста, дотримуючись умов оптимального завантаження всієї дорожньо-вуличної мережі. Цей підхід потребує наявності достатньої кількості можливих маршрутів для перенаправлення автотранспорту з завантажених шляхів на альтернативні, що зменшить загальні витрати на переміщення.

Однією з проблем у визначенні альтернативних маршрутів і можливостей їх використання є зв'язність дорожньо-вуличної мережі міста. Проте на

сьогодні це питання слабо досліджене. Суттєвою є кількість можливих альтернативних маршрутів між двома пунктами переміщення.

Такі проблеми функціонування міської дорожньо-вуличної мережі залишаються актуальними й потребують комплексних рішень. Важливо враховувати розвиток інфраструктури, питання безпеки, якості дорожнього покриття та вплив на довкілля. Спільні зусилля урядових органів, місцевої влади та громадськості, спрямовані на вирішення цих проблем, можуть покращити якість життя у містах і забезпечити стабільні умови роботи дорожньо-вуличної мережі.

## 2.2 Параметри, які вказують на стан вулично-дорожньої мережі у містах

Плановий розвиток міст передбачає вирішення не лише архітектурних та планувальних завдань та проблем з інженерним обладнанням територій, а й значне поліпшення роботи транспортної системи міста, включаючи мережу вулиць і доріг.

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) представляє собою систему зв'язків для руху транспорту і пішоходів, прокладання комунікацій, зелених зон та благоустрою вулиць. Вона формується як єдина система, що пов'язується з мережею транспортних магістралей міста.

Вулично-дорожня мережа міста складається з вулиць і доріг, утворюючи одну систему транспортних і пішохідних шляхів. Мережа вулиць вирішує низку складних завдань, таких як найкоротші та зручні шляхи для руху транспорту і пішоходів, відведення поверхневої води, розміщення інженерних мереж, забезпечення комфорту будинків, створення композиційних центрів міста.

Проектування мережі вулиць і доріг міста є складним завданням, включаючи технічні та естетичні аспекти, яке тісно пов'язане з зонуванням

міської території. Вулична мережа відображає план міста і залишається стійким показником, який зберігається протягом розвитку та реконструкцій. Багато центральних вулиць вже сформувалися у XIX-XX століттях, коли основним видом транспорту був не автомобіль.

Раніше прийняті підходи до планування і будівництва вулиць, перехресть і площ не відповідають поточним розмірам і організації транспортного руху. Старі схеми вуличної мережі зараз не відповідають її сучасному утриманню: перевищена кількість перехресть з малими кварталами ускладнює проїзд транспорту і знижує його швидкість.

Ситуація на вулицях та дорогах великих міст України вимагає виявлення шляхів покращення транспортної ситуації на вулично-дорожній мережі. Проектування вулично-дорожньої мережі є складним завданням теорії транспортного планування міст. Оцінка стану цієї мережі є обов'язковим елементом комплексних схем транспорту та організації руху, а також проектів реконструкції інфраструктури.

Для розуміння стану і проблем використання вулично-дорожньої мережі потрібно уточнити характеристики дорожніх умов та транспортних потоків. Це включає стан мережі у відповідному населеному пункті, геометрію перегонів і перехресть, типологію, розміщення точок входу і виходу транспортних потоків, а також пропускну здатність перегонів і перехресть залежно від напрямку руху.

Забезпечення відповідності параметрів вулично-дорожньої мережі міста необхідним нормативним показникам є основною умовою її нормальної роботи. Характеристики самої мережі визначають транспортну пропозицію міста, тоді як характеристики транспортного потоку визначають транспортний попит.

При оцінці стану вулиць і доріг важливо зауважити, що кожне місто унікальне за своїм плануванням, розміщенням населення, інфраструктурою та іншими факторами. Це має великий вплив на плани транспортного планування міста, які, у свою чергу, визначають особливості руху транспорту

по його території. Основні показники, що характеризують стан ВДМ наведені на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Основні показники, що характеризують стан ВДМ

Одним з основних факторів, що впливає на параметри міських вулиць і доріг, є їх класифікація. Створення системи швидкісних доріг повинно враховувати планувальні особливості міста, що дозволить забезпечити швидше сполучення та перепустку великих транспортних потоків.

План будь-якого міста характеризується системою магістральних вулиць, які утворюють основу його планувальної структури. Вулично-дорожня мережа визначає структуру міського простору та займає 20-25% його площі.

Схема вулично-дорожньої мережі міста пов'язана з загальною композицією його планування. Найпоширенішими схемами планування

вулично-дорожньої мережі є радіально-кільцева, прямокутна, комбінована і вільна.

Розподіл території міста магістральними вулицями визначається їх доступністю та транспортним навантаженням. Відстань між магістральними вулицями розумно робити 600 метрів в напрямку основного потоку транспорту і 800 метрів перпендикулярно до нього. Це сприяє зменшенню відстані до маршрутів громадського транспорту та збільшує пропускну здатність доріг, знижуючи кількість перехресть.

Одним з ключових параметрів використання вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міста є її довжина, яка, в залежності від класифікації вулиць, поділяється на довжину магістралей загальноміського, районного значення та загальну довжину ВДМ. З уростом автотранспорту у великих і найбільших містах виникає потреба у будівництві магістралей безперервного руху та швидкісних доріг. Нині ця потреба оцінюється в 5-7 км на 100 тис. жителів, а з подальшим збільшенням автомобільного транспорту може зрости до 350-450 авт. на 1000 жителів. Магістралі вищого класу можуть складати від 25 до 45% від загальної протяжності автомобільних маршрутів у межах міста [6].

Серед нормативних показників, що характеризують стан вулично-дорожньої мережі міста, також важливо враховувати площу ВДМ. Цей показник має становити 12-15 м<sup>2</sup> на одного мешканця міста.

Коефіцієнт непрямолінійності мережі є важливим показником, який відображає доцільність системи міських вулиць і доріг. Малі значення цього коефіцієнта у компактних містах сприяє високим транспортним показникам у системі магістральної мережі. Це може знизити транспортні витрати та підвищити доступність. Для ефективної роботи транспорту цей показник має знаходитися в межах 1,05-1,3.

Щільність вулично-дорожньої мережі міста визначається як відношення її загальної довжини до площі міста. Цей показник великою мірою характеризує доцільність запроектованої мережі і визначає її ефективність

використання. Рекомендована середня щільність зазвичай коливається від 2,2 до 2,4 км/км<sup>2</sup>.

Щільність магістральної мережі для різних міст складає: Київ - 2,13 км/км<sup>2</sup>, Харків - 1,78 км/км<sup>2</sup>, для порівняння: у Лондоні - 9,3; у Нью-Йорку - 12,4; у Парижі - 15,0.

Один з ключових показників, який враховується при розробці заходів для підвищення якості вулично-дорожньої мережі (ВДМ), – пропускна спроможність. Вона має великий вплив на збільшення продуктивності автомобільного транспорту та на планування вулиць. Багато чинників впливають на величину пропускної спроможності вулиць і доріг, таких як стан доріг, характеристики транспортного потоку, психологічні особливості водіїв, стан автотранспорту, погодні умови, соціальні чинники та інші. Величина пропускної спроможності визначається співвідношенням цих факторів, які можуть бути досить випадковими. Зміни в будь-якому з них впливають на швидкість руху та щільність автомобільних потоків.

Оцінюючи пропускну спроможність, можна передбачити максимальне навантаження на транспортну мережу. Планування ВДМ і міської забудови тісно пов'язані між собою. Вид забудови та її щільність є ключовими факторами, що впливають на розміри та завантаження транспортної мережі. Кожна будівля генерує пішоходів та транспортний рух, а обсяг цього руху залежить від розмірів та призначення будівлі.

Згідно з ДБН [40], час переміщення від місця проживання до місця роботи для більшості працездатних не повинен перевищувати певні ліміти. Проте стан транспортної системи великих міст України, зокрема Києва, на сьогоднішній день не можна вважати задовільним. Затримки транспорту часто перевищують часи переміщення як громадським, так і приватним транспортом по місту.



Також важливою є стійкість ВДМ - здатність зберігати пропускну здатність, навіть якщо певні елементи (ділянки, перехрестя) не можуть повністю забезпечити рух транспортних потоків.

Прогнозування навантаження міських транспортних мереж для визначення потреб у розвитку базується на тому, як розподіляються транспортні потоки в різні періоди часу та в контексті міського планування. Вплив міськобудівних чинників на об'єми міського руху допомагає більш точно прогнозувати завантаження вулично-дорожньої мережі транспортними засобами.

Термін "зв'язність" у контексті вулично-дорожньої мережі описує можливість вибору альтернативних маршрутів руху. Висока зв'язність мережі сприяє зручним умовам переміщення для мешканців та оптимальному розподілу транспортного потоку. Знижена зв'язність, навпаки, призводить до значних заторів, що підвищує час і витрати на пересування.

Вулично-дорожня мережа вважається одним із найстійкіших елементів міського середовища і зберігається під час розвитку та реконструкції міста. Тому важливо, щоб вона відповідала не лише поточним потребам у пропускій здатності для транспорту та пішоходів, але також урахувала їхні майбутні потреби.

Сучасна вулично-дорожня мережа в місті повинна бути системою шляхів сполучення, що забезпечує зручні пересадки для місцевих мешканців та з'єднання з передмістями та міжміськими магістралями. Це досягається через чітке розподілення функцій вулиць для різних видів транспорту, правильне організування перехресть магістралей з інтенсивним рухом, розумне розташування магістралей та зупинок громадського транспорту, а також пряmolінійність головних вулиць.

Проектування міської вулично-дорожньої мережі нерозривно пов'язане з комплексом архітектурно-планувальних рішень та є одним із ключових аспектів у міському плануванні. Класифікація вулично-дорожньої мережі надає важливі дані про кількість та характеристики її елементів.

Основу для цього складає проведене техніко-економічне обґрунтування, що ґрунтується на оцінці пропускної спроможності вулиць, безпеки руху та транспортних витрат.

Міські вулиці відіграють роль у забезпеченні руху пішоходів, транзитних та місцевих автомобілів, громадського транспорту, а також надають доступ до будівель, де перебувають люди. У поперечному перерізі вулиць розміщуються різноманітні елементи, кожен з яких виконує певну функцію.

Вулично-дорожня мережа міста складається з окремих структурних елементів, які мають свої характеристики та значно впливають на її функціонування. Вона може бути представлена як мережа перегонів і вузлів.

Планування міста значною мірою залежить від чіткої класифікації вулиць за їхнім призначенням. Параметри поперечного та поздовжнього профілю визначаються відповідно до категорії вулиці або дороги, що дозволяє встановлювати різні характеристики, такі як кількість смуг руху, ширина смуги руху, наявність тротуарів, види розмітки і багато іншого.

Диференціювання вулиць та доріг сприяє збільшенню їхньої пропускної спроможності на 20% і зменшенню витрат пального на 15-20% [7]. Спрямування основних автомобільних потоків на магістральні вулиці допомагає забезпечити більш ефективний захист території від транспортного шуму та забруднення, підвищує економічність використання транспортних засобів і міської території.

При формуванні мережі магістралей застосовуються принципи ієрархії, що передбачають розділ магістралей на кілька типів з різним підходом до забудови та цілих міських комплексів.

Існує певна ієрархія міських вулиць і доріг:

– швидкісні магістралі, які представлені безрейковими механічними транспортними засобами та не мають прямого доступу до прилеглих ділянок або навколишньої забудови. Вони спрямовані на переміщення внутрішніх транспортних потоків у межах міста на зовнішні дорожні мережі;

– збірні вулиці та дороги, що обслуговують транспортно-обслуговуючу функцію, перенаправляють рух з окремих районів на швидкісні магістралі або забезпечують потрібний рух у визначені райони;

– обслуговуючі вулиці, які забезпечують доступ до житлових будинків, об'єктів суспільного призначення, промислових об'єктів та інших.

Такий розподіл допомагає вирішити проблему транзитного руху так, щоб уникати зайвого проходження території, на якій немає необхідності для відповідного транспортного засобу.

Функціональне призначення вулиць і доріг в міських населених пунктах залежить від функціонального призначення території та характеру їх забудови. Класифікація вулиць відображає функціональні, транспортно-планувальні завдання для сучасної транспортної системи міста, відповідаючи соціальним потребам і ефективній роботі транспортної системи.

Зауважимо, що спеціалізація міських шляхів сполучень є необхідною, оскільки неможливо накласти різні функції на одну вулицю.

Потік транспорту, що складається з транспортних засобів однакового типу, що рухаються в одному напрямку з однаковою швидкістю, буде рухатися більш рівномірно та швидше, з меншою кількістю перешкод, на відміну від потоку, що складається з транспортних засобів з різними характеристиками руху.

Чітка та вправна класифікація міських вулиць може значно підвищити загальну ефективність усієї системи.

Віднесення вулиці або дороги до певної категорії відбувається відповідно до їхнього місця та функціонального призначення у планувальній структурі населеного пункту. Це визначає призначення дороги, швидкість руху, характер забудови та розміри елементів дорожньої мережі.

Класифікація вулиць і доріг важлива при розробці генеральних планів населених пунктів і відображає їх функціональне призначення, хоча нинішня класифікація базується переважно на цілях використання, а не технічних характеристиках.

Вулично-дорожня мережа населених пунктів в Україні значно відстає за темпами розвитку від інтенсивності руху по ній, тому потрібне уточнення та удосконалення класифікації міських вулиць і доріг, що потребує розробки параметрів з урахуванням технічних показників і режимів руху транспортного потоку.

Загальний проїзд автомобілів по вулично-дорожній мережі міст розподіляється нерівномірно залежно від їхнього значення, довжини та призначення, що свідчить про важливість адекватної класифікації для правильної організації руху.

У багатьох країнах класифікація вулиць і доріг відрізняється від нашої країни. З аналізу стає зрозумілим, що у багатьох розвинених країнах основним показником для класифікації міських вулиць і доріг є інтенсивність руху транспорту, схоже на те, як це зроблено в Україні для автомобільних доріг державного значення. Тут функціональна класифікація розділяє вулиці за призначенням, а не за технічними параметрами.

Класифікація вулиць і доріг міст України повинна бути зрозумілою не лише для спеціалістів у містобудівній та дорожній сферах, а й для мешканців.

Точне відповідності параметрів елементів дорожньої мережі до визначеної категорії дозволяє ефективно організувати рух, визначити альтернативні маршрути та розподілити транспортні потоки таким чином, щоб уникнути небезпечних ситуацій.

Рівень завантаження вулично-дорожньої мережі та середній час переміщення сильно залежать від транспортного потоку. Основними його характеристиками є інтенсивність, швидкість, щільність та склад.

Транспортний потік є важливим показником для функціонування міської вулично-дорожньої мережі. На його основі визначається, наскільки відповідає дорожня мережа потребам міського руху. Між факторами, що впливають на транспортний потік, можна виділити містобудівні особливості,

розвиток інфраструктури, рівень автомобілізації, організацію міського пасажирського транспорту та організацію руху в місті.

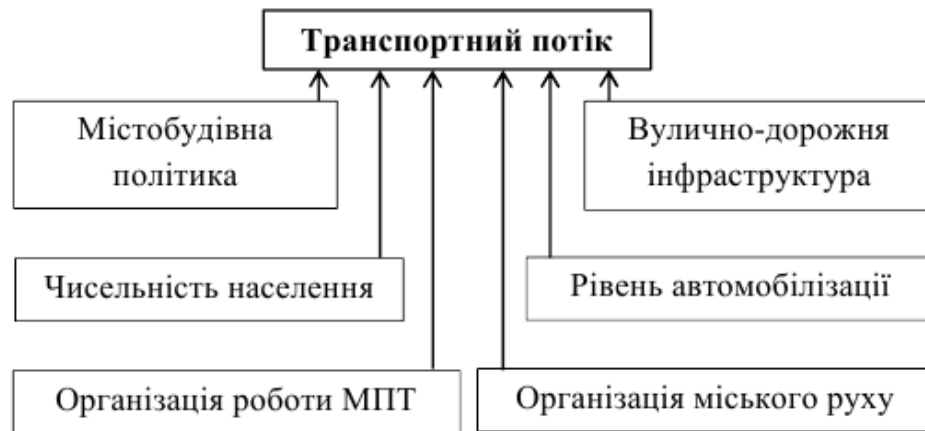


Рисунок 2.3 – Чинники, які визначають вплив на утворення транспортних потоків

Розглядаючи чинники, що впливають на формування транспортного потоку, варто зауважити, що вони є складними і викликані різними причинами, кожна з яких має свою вагу. Тому заходи, спрямовані на поліпшення умов дорожньо-транспортної мережі, мають бути також комплексними, враховуючи соціально-економічні потреби та можливості міста при містобудівному та транспортному плануванні.

При оцінці впливу основних показників, які описують дорожньо-транспортну мережу міста, варто зауважити, що характеристики її функціонування будуть різнитися через унікальні особливості кожного міста: його розмір, форму, кількість перехресть, довжину вулиць, природні та кліматичні умови.

Взаємозв'язок між цими показниками свідчить про їх взаємний вплив на дорожньо-транспортну мережу міста. Кількість населення, зокрема, впливає на площу забудови, а ця площа впливає на довжину вулиць, їхню густоту, кількість перехресть, відстань подорожі мешканців та види транспорту, що

переважають у пасажирських перевезеннях. Природні умови впливають на планування вуличної мережі, водовідведення, трасування магістралей, що впливає на характер вулиць і доріг, та на рух транспортних засобів.

Це свідчить про те, що значний вплив на функціонування дорожньо-транспортної мережі має рівень навантаження транспортом.

Для забезпечення належних умов функціонування дорожньо-транспортної мережі для кожного міста важливо використовувати індивідуальний підхід, що враховує усі його особливості – від транспортно-планувальних до демографічних та економічних – які впливають на переміщення жителів.

### 2.3 Вплив пішохідних та транспортних потоків на функціонування вулично-дорожньої мережі

Міський рух охоплює різні види транспортних і пішохідних потоків, які змінюються залежно від часу доби, дня тижня, а також сезону. Пішохідні потоки мають значний вплив на транспортну систему міста: вони складають близько 26-30% загального обсягу міських переміщень і становлять найбільшу кількість учасників руху.

В нашій країні використовують поняття "пішохідна доступність" та "дальність пішохідних підходів", які вимірюються у хвилинах та метрах відповідно. Ці концепції є основою для організації пішохідного руху. Зона пішохідної доступності визначає відстань, яку пішоходу потрібно подолати менше часу, ніж за допомогою транспортних засобів.

Вибір засобу переміщення залежить від різних умов, таких як відстань до зупинки, завантаженість вулиці, час очікування, вартість проїзду та інші. Імовірність скористатися транспортом значно зменшується зі збільшенням відстані: більше 75% жителів не використовують транспорт на відстані до 1 км, а на відстані 1-2 км цей показник зменшується до 45%.

У багатьох країнах велика частка переміщень здійснюється автомобілями, але в європейських країнах пішки ходять більше людей, ніж користуються автомобілями.

Питома вага пішоходів у переміщеннях може значно відрізнятись навіть у містах однієї країни, і це відображає вплив планування та забудови міста на рух пішоходів.

Таблиця 2.1 – Обсяг переміщень осіб за різними видами транспорту в різних країнах світу. %

Країна	Автомобіль	Громадський транспорт	Велосипед	Пішки	Інші види
Австрія	39	13	9	31	8
Великобританія	62	14	8	12	4
Данія	42	14	20	21	3
Канада	74	14	1	10	1
Нідерланди	44	8	27	19	1
Німеччина	52	11	10	27	0
США	84	3	1	9	2
Франція	54	12	4	30	0
Швейцарія	38	20	10	29	3
Швеція	36	11	10	39	4

Із збільшенням площі міста зростає відстань, яку мешканці подолають у середньому. Величина середньої дальності поїздки визначається як результат:

$$L_{сер} = 1,2 + 0,17(F_M)^{1/2}; \quad (2.1)$$

$L_{сер}$  – середня довжина поїздки в місті, км;

$F_M$  - площа території компактного міста.

Організація безпечного та зручного руху пішоходів є одним з ключових завдань. Однак, регламентація поведінки пішоходів виявляється складнішою у порівнянні з водіями, і врахування психологічних та фізіологічних аспектів

у визначенні режимів руху виявляється проблематичним через індивідуальні відмінності, що є характерними для різних груп людей.

Рух пішоходів у містах відрізняється за часом. У ньому виокремлюються чітко виражені піки активності:

- ранок - 8-9 годин;
- день - 12-14 годин;
- вечір - 18-19 годин.

Таблиця 2.2 – Питома вага переміщення людей у європейських містах, %

Місто	Пішки і на велосипеді, %	Громадський транспорт, %	Автомобіль, %	Населення, чол.
Амстердам	47	16	34	718000
Гронінген	58	6	36	170000
Делфт	49	7	40	93000
Копенгаген	47	20	33	562000
Орхус	32	15	51	280000
Оденсе	34	8	43	102000
Барселона	32	39	29	1643000
Оспіталет	35	36	28	273000
Віторія	66	16	17	215000
Брюссель	10	26	54	952000
Гент	17	17	56	226000
Брюгге	27	11	53	116000

Пішохідний рух в різних частинах міста показує різні пікові навантаження: у сельбищних районах інтенсивність пішогодного руху рівномірно розподілена з 8 до 19 годин, у промислових районах найбільше навантаження спостерігається вранці та ввечері, у центральних і торговельних зонах - у денні години.

Пішохідні потоки підпорядковані певним закономірностям і характеризуються розподілом за часом, взаємозв'язком між щільністю потоку та швидкістю руху, а також організацією руху та транспортним потоком.

Основними характеристиками пішогодного руху є:

- інтенсивність руху (кількість людей на секунду, хвилину, годину);



- швидкість руху пішоходів (метри на секунду, кілометри на годину);
- щільність пішохідного потоку (кількість людей на квадратний метр).

Ці характеристики можна описати взаємозалежністю:

$$N = V \cdot q \quad (2.2)$$

$N$  – інтенсивність руху пішоходів;

$V$  – швидкість руху пішоходів;

$q$  – щільність потоку.

Інтенсивність пішохідного руху змінюється відповідно до функціонального призначення вулиці або дороги та розташування об'єктів тяжіння. Найбільший потік пішоходів спостерігається на головних та торгових вулицях та в зонах транспортних вузлів.

Швидкість руху пішоходів залежить від численних факторів, включаючи температуру повітря. Час доби також впливає на швидкість руху, оскільки маршрути пішоходів мають схожі цілі протягом дня [24].

Швидкість пішохідного потоку визначається швидкістю пересування людей у потоці. Вона залежить від віку, стану здоров'я, цілей подорожі, дорожніх та навколишніх умов. Спостереження показують, що швидкість пішоходів може коливатися від 0,33 до 1,8 м/с [40].

Щільність пішохідного потоку визначається ступенем вільності руху [48]:

- Вільний рух – 0,3 чол./м<sup>2</sup>;
- Допустимо вільний рух – 0,31-0,6 чол./м<sup>2</sup>;
- Щільний рух – 0,61-1,0 чол./м<sup>2</sup>;
- Дуже щільний рух – 1,01-1,5 чол./м<sup>2</sup>;
- Затор – 1,51-3,0 чол./м<sup>2</sup>.

Пішохідні потоки мають свої закономірності:

- більша частина потоків має конкретну мету - це може бути зупинка транспорту, станція метро, торговий центр, та інші місця, окрім пішохідних вулиць, паркових доріжок, бульварів;

- вибір найкоротшого маршруту;

- пішоходи рухаються зі своєю індивідуальною швидкістю, враховуючи вік, стать та ситуацію;

- пішоходи тримають певну відстань один від одного.

Дистанція, яку подолають пішоходи, залежить від щільності їхнього потоку та швидкості руху [9]. Важливим фактором у належній організації пішохідного руху є урахування психофізіологічних характеристик та фізичних можливостей людей при виробленні відповідних технічних рішень.

Практика показує, що лише правильне врахування цих факторів дозволяє досягти найвищого ефективного результату в організації руху пішоходів.

Основні завдання організації руху пішоходів включають такі аспекти:

- виділення маршрутів для пішоходів уздовж вулиць та доріг;

- створення пішохідних зон, закритих для руху транспорту;

- розміщення зупинок та вузлів для пересадки пасажирського транспорту;

- комплексна організація руху на спеціалізованих пішохідних маршрутах.

Ефективна організація пішохідного руху є ключовим елементом для підвищення пропускної здатності вулиць.

У транспортному потоці, який рухається по вулично-дорожній мережі, участь беруть різні автомобілі з різними початковими та кінцевими пунктами руху. Це формує транспортні потоки, інтервали між автомобілями у яких залежать від індивідуальних особливостей водіїв, швидкості руху, та інших факторів. Зміни у дорожніх умовах, що впливають на швидкість, призводять до зміни відстаней між автомобілями. Ці відмінності в умовах руху, що сприймаються різними водіями як оптимальні, створюють внутрішні перешкоди у кожному транспортному потоці.

Опис закономірностей руху автомобілів по дорогах вивчається у теорії транспортних потоків. Ця теорія аналізує режими руху транспортних засобів

за різних дорожніх умов, враховуючи їхні динамічні характеристики, склад потоку та психофізіологічні особливості водіїв [11].

У кожному транспортному потоці спостерігається взаємодія між автомобілями:

- встановлюються інтервали між автотранспортом, які залежать від швидкості руху, особливостей водіїв та дорожніх умов;
- здійснюються обгони транспортних засобів, які рухаються повільніше, транспортними засобами, що рухаються швидше;
- також відбувається гальмування автомобілів та їх зупинка при утворенні заторів на вулицях або дорогах.

Транспортний потік – це складна система, що включає транспортні засоби, дорожнє покриття та оточуюче середовище, до якого відносяться всі елементи вулиць і доріг, а також рух пішоходів. Основною ідеєю системи "транспортний потік" є її цілісність, де основним є цілісність потоку, а вторинними - положення та швидкість автомобілів у цьому потоці [42].

Залежно від завантаження вулиць та доріг розрізняють наступні режими руху транспортних потоків [11]: вільний, частково пов'язаний, пов'язаний щільний або насичений.

Оскільки інтенсивність руху може змінюватись в різні дні та години на одній і тій же ділянці дороги, відбуваються зміни в режимах руху. Різноманітність умов руху призводить до різних закономірностей у формуванні транспортних потоків. Транспортний потік впливає на цілий ряд факторів і в той же час кількісно і якісно впливає на навколишнє середовище (рис. 2.4).

Основні параметри транспортного потоку, які визначають його кількість та якість, включають:

- Інтенсивність руху
- Склад транспортного потоку
- Швидкість руху
- Щільність потоку

- Часовий інтервал слідування між транспортними засобами.

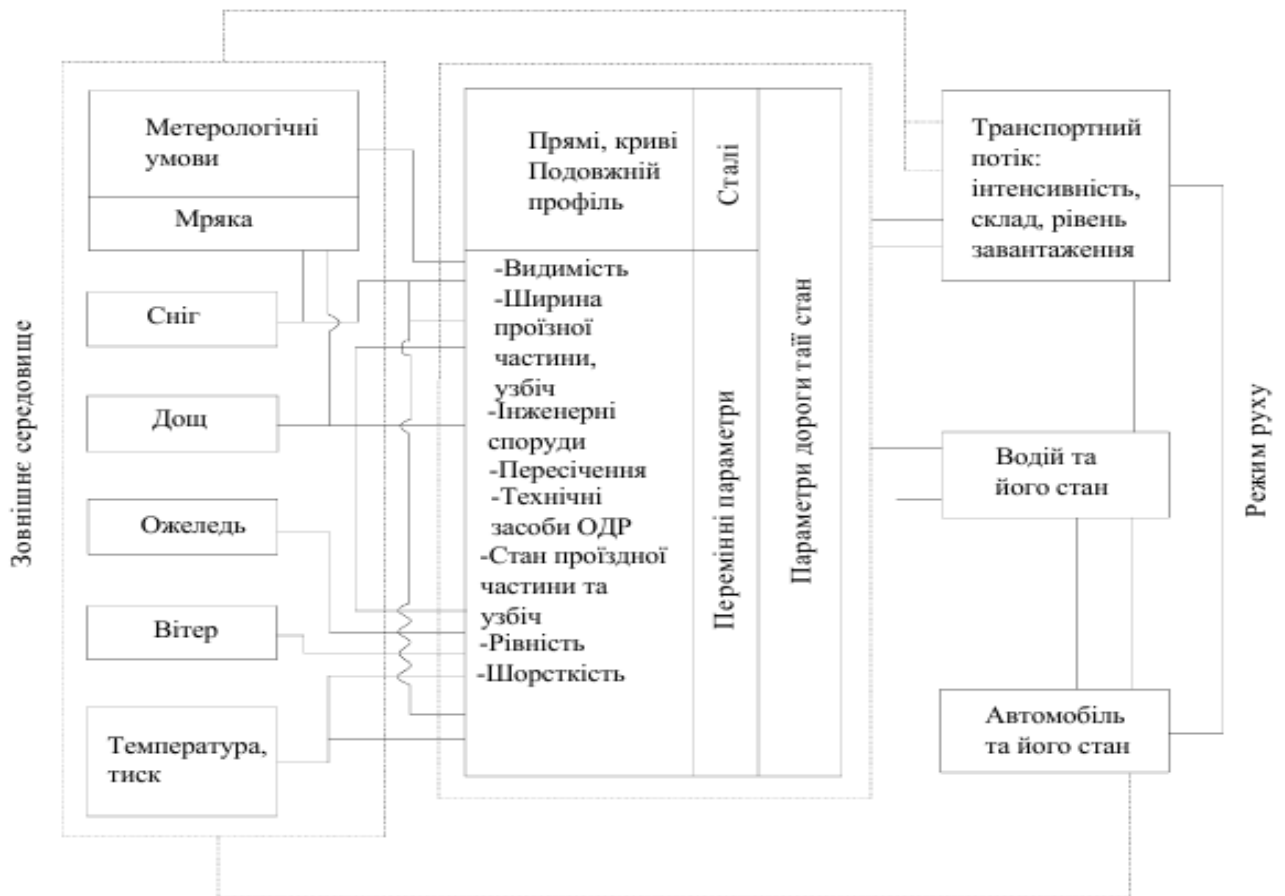


Рисунок 2.4 - Фактори, що впливають на транспортний потік

Рух транспорту по міських вулицях і дорогах відбувається умовах постійної взаємодії різних видів транспортних засобів: легкових автомобілів, пасажирського транспорту (автобусів, тролейбусів, трамваїв, маршрутного таксі і т. д.), та вантажних автомобілів різної вантажопідйомності. Склад транспортного потоку на магістральних міських вулицях може бути таким: масовий пасажирський транспорт – 3-25%; вантажні автомобілі – 2-15%; легкові автомобілі – 60-95% [50]. Реальний рух у транспортному потоці має випадковий характер, оскільки він залежить від непередбачуваних змін у транспортній ситуації та індивідуальних особливостей водіїв. Це призводить до того, що пропускна здатність дорожньої мережі підпорядковується статистичним закономірностям.

Щільність транспортного потоку визначається кількістю автомобілів, які припадають на одиницю довжини дороги у певний момент часу. Для кожного стану існують конкретні умови руху, які подані у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Стан транспортного потоку в залежності від швидкості і щільності руху

Стан транспортного потоку	Число смуг руху в обох напрямках			
	4		6	
	Щільність, авт./км	Швидкість, км/год	Щільність, авт./км	Швидкість, км/год
I	0-22	78-80	0-36	83-85
II	22-50	64-78	36-72	73-83
III	50-100	28-64	72-150	31-73
IV	100-140	12-28	150-210	14-31
V	140-200	5-12	210-300	4-14

Головними завданнями у забезпеченні зручності руху транспортних засобів по вулицям міст є мінімізація транспортних заторів та підвищення пропускної здатності та безпеки руху. Навантаження доріг безпосередньо впливає на комфортність руху авто по вулицях або дорогах, ефективність використання автотранспорту та споживання палива.

Для розгляду затримок запропонована класифікація транспортних затримок в залежності від місця та обставин виникнення у містах (рис. 2.5).

У той же час, хоча технічне покращення та підвищення утримання доріг значно зменшують варіації їх транспортно-експлуатаційних якостей через вплив транспортних засобів, існує чимало факторів, що призводять до зміни умов на дорогах у часі. Насамперед це різні групи факторів, пов'язаних із географією, кліматом, випадковим формуванням руху, особливостями сприйняття водіями інформації тощо. Вони викликають значну нестабільність у дорожніх умовах в часі, що впливає на фактичні режими руху. Система організації та керування дорожнім рухом на мережі основних вулиць створюється з урахуванням завдання рівномірного розподілу транспортних потоків, враховуючи особливості дорожньої мережі та потоків.

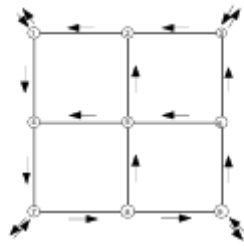


Рисунок 2.5 - Класифікація транспортних затримок за місцями та обставинами

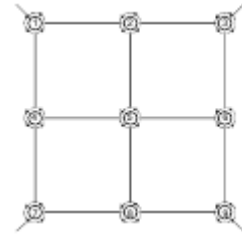
Це включає ціленаправлений розподіл транспортних потоків, які проходять транзитом через центр міста, перевантажені перехрестя та ділянки вулиць. На рисунку 2.6 показано сім станів організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міста:

- однобічний рух;
- саморегулювання руху;
- нерегульований рух з дорожніми знаками;
- ізольоване світлофорне регулювання;
- зелена хвиля по магістралі;
- системне управління за допомогою автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР);

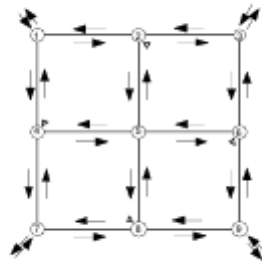
- розподільна система регулювання з транспортними розв'язками на двох рівнях.



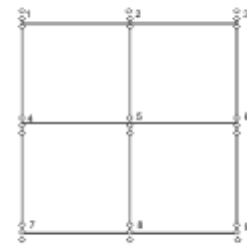
Однобічний рух



Саморегульований рух



Нерегульований рух з дорожніми знаками



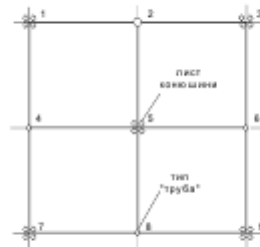
Ізольоване світлофорне регулювання



зелена хвиля по магістралях  
1-3; 1-7; 7-9; 3-9



системне управління за допомогою АСУДР



Розподільна система регулювання з транспортними розв'язками у різних рівнях

Рисунок 2.6 - Системи організації дорожнього руху у містах

## РОЗДІЛ 3

### ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

#### 3.1 Особливості проєктування розв'язок доріг

Розв'язки на перехрестях та з'єднаннях автошляхів повинні забезпечувати найбільшу пропускну здатність, безпеку та комфорт руху автотранспорту, витрачаючи якнайменше часу на їх проходження.

Планування розв'язок доріг повинно базуватися на передбаченні очікуваної інтенсивності руху та розподілу транспортних потоків у всіх напрямках. Під час розробки проєктів розв'язок доріг необхідно урахувати можливість майбутнього розвитку дорожньої мережі та можливість підвищення рівня розв'язків для збільшення пропускну здатності та безпеки автотранспорту.

Вибір класу та конфігурації розв'язків доріг та обґрунтування технічних рішень має базуватися на техніко-економічному порівнянні альтернатив з урахуванням їх пропускну здатності, безпеки та комфорту руху, витрат на будівництво та обслуговування, архітектурних та естетичних вимог, екологічних критеріїв та раціонального використання земельних ресурсів.

Класифікація розв'язків доріг та їх складових повинна враховувати перспективи розвитку мережі автодоріг та можливості реконструкції існуючих трас. Відповідно до класу перетинаючихся доріг, встановлюється рекомендована схема розв'язку доріг (таблицю 3.1).

Згідно з [7], розв'язки доріг рекомендується розміщувати на незабудованих територіях.

Максимальний кут нахилу доріг на під'їздах до дорожніх розв'язок у межах видимості для зупинки автомобіля повинен становити до 40 %.



Таблиця 3.1 – Класифікація розв'язок доріг [7]

Клас розв'язки	Категорія доріг, що перетинаються, або примикають	Тип розв'язки	Облаштування розв'язки перехідно-швидкісними смугами (ПШС)
I	I-a – I-a	У різних рівнях	3 ПШС на всіх дорогах
	I-a – I-б		
	I-a – II		
	I-a – III		
	I-б – II		
	I-б – III		
	II – II		
	II – III (при сумарній інтенсивності понад 11000 прив/авто/добу)		
II	I-a – IV	У різних рівнях	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
	I-a – V		
III	III – III	В одному рівні	3 ПШС на всіх дорогах та каналізуванням лівоповоротних напрямків
IV	I-б – IV	В одному рівні з відігнаними лівими поворотами	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
	1-б – V		
V	II – IV	В одному рівні	Без ПШС на дорогах нижчої категорії та каналізуванням лівоповоротних напрямків на дорозі вищої категорії
	II – V		
	III – IV		
	III – V		
VI	IV – IV		Без ПШС на всіх дорогах
	IV – V		
	V – V		

Рекомендується розміщувати перехрестя та з'єднання доріг за межами населених пунктів наступним чином: не рідше, ніж через 10 км на дорогах I-a категорії, 5 км на дорогах I-б і II категорії, та 2 км на дорогах III категорії. Це вимагає включення в проектну документацію організації руху місцевого транспорту [7].

Для перехрещень з дорогами I-a, I-б, II та III категорій рекомендується використовувати штучні споруди, з розмірами, що відповідають [7].

### 3.1.2 Особливості проєктування розв'язок доріг в одному рівні

Розв'язки доріг в одному рівні мають бути влаштовані відповідно до таблиці 3.1. У таких випадках кут перехрещення чи приєднання повинен бути в межах від  $60^\circ$  до  $120^\circ$ .

Рекомендується будувати кільцеві розв'язки, якщо інтенсивність руху на перетинаючихся дорогах подібна або відрізняється не більше ніж на 20%, при цьому лівоповоротні потоки складають не менше 40%. Діаметр центрального острівця повинен бути не менше 60 м, а ширина кільцевої дороги — не менше 11,25 м [16].

Зони перерозподілу потоків на кільцевих розв'язках повинні мати довжину, вказану у таблиці 3.2, між сусідніми виходами на дороги.

Мінімальні радіуси кривих при приєднанні доріг повинні відповідати нормам більш високої категорії дороги: не менше 25 м з доріг I-а, I-б, II категорій, 20 м з доріг III категорії та 15 м з доріг IV і V категорій. Для регулярного руху автопоїздів рекомендується радіуси на з'їздах збільшувати до 30 м.

Зони в'їзду на дороги без твердого покриття потребують твердого покриття завширшки 4,5 м та довжини згідно з таблицею 3.3.

Узбіччя на зазначених з'їздах слід укріплювати кам'яними матеріалами завширшки не менше 0,5 м в кожному напрямку [16].

На рівних перехрестях доріг необхідно забезпечувати видимість відповідно до ДСТУ 3587. Не допускається розміщення будь-яких споруд або зелених насаджень в зоні видимості, що перевищує 1,2 м за ДСТУ 3587.

Коли три або більше доріг перетинаються або з'єднуються, краще зведення всіх менших доріг до одного простого розв'язку, щоб спростити схему дорожнього переходу.

Розв'язки доріг із заборною лівих поворотів краще розміщувати на відстані, рівній довжині зони гальмування плюс 25 метрів від прилеглої

дороги. Ширина зони гальмування 3,5 метра має бути відокремлена розділювальною смугою.

Перехрещення або з'єднання доріг всередині повороту на головній дорозі може бути прийнятним лише в окремих випадках за відповідного техніко-економічного обґрунтування.

Таблиця 3.2 – Довжина зони перерозподілу автомобільних потоків на кільцевих розв'язках [7]

Довжина зони перерозподілу, м	Пропускна спроможність зони перерозподілу потоків, <u>привед. авт/год.</u> при швидкості, км/год.		
	40	50	60
30	700	550	400
60	1000	800	650
90	1200	950	800
120	1400	1150	950
150	1600	1350	1100

Таблиця 3.3 – Довжина з'їздів з доріг у метрах [7]

Ґрунт земляного полотна з'їзду	Довжина з'їздів з доріг категорій I-б; II; III; IV; V
Пісок, супісок, суглинок легкий	100
Чорнозем, глина, суглинок важкий та пилуватий	200

Поздовжній похил другорядної дороги, яка примикає до головної, на відстані 20 м від крайки проїзної частини головної дороги не повинен перевищувати 40 %.

### 3.1.3 Розв'язки доріг у різних рівнях

Транспортні перехрестя вулиць і доріг розділяються на 5 класів відповідно до таблиці 3.4.

Усі з'їзди для ліво- та правоповоротних рухів рекомендується будувати на кожному перехресті, де розміри поворотних потоків перевищують 10 % від потоків прямого руху. У випадках, коли поворотні потоки менше 10 % або при обмежених умовах реконструкції, з'їзди можуть бути відсутні, забезпечуючи повороти на найближчих перехрестях.

Якщо рух автомобілів, які повертають ліворуч, становить більше 30 % від потоку прямої їзди, варто проектувати окремі з'їзди для цього руху. У випадку капітального ремонту або реконструкції це слід робити, якщо це можливо.

Вибір типу з'їздів для ліворучного руху, які впливають на геометрію транспортних перехрестів, повинен базуватися на конкретних планувальних умовах і враховувати інтенсивність руху та перерозподіл транспортних потоків.

З урахуванням інтенсивності ліворучних потоків, якщо вони перевищують 30 % від прямої їзди на перехрестях I та II класу, варто використовувати прямі та напівпрямі з'їзди через центр розв'язку.

При інтенсивності ліворучного руху від 15 % до 30 % на перехрестях II та III класів, якщо є вільна територія, слід використовувати напівпрямі віднесені з'їзди, особливо на кільцевих та петлевидних перехрестях.

Найбільш поширені конструктивні рішення транспортних перехрестів у різних класах можна знайти в додатку А.

Якщо потрібно перебудувати ділянки всередині перехрестя, рекомендується виходити з розрахункової швидкості руху в середній частині з'їзду, відповідно до таблиці 3.4, і приймати найменшу можливу довжину цих ділянок.

Таблиця 3.4 – Розрахункові швидкості на з'їздах розв'язок

Типи розв'язок	Клас перехрещення	Рух автотранспортних потоків	Рекомендована розрахункова швидкість на лівоповоротних з'їздах, км/год			Пішохідний рух
			у разі їх частки в потоці			
			<0,15	0,15-0,30	>0,30	
1	2	3	4	5	6	7
З повною розв'язкою руху в різних рівнях	I	Всі потоки безперервні та відокремлені	50	60	70	Безперервний повністю відокремлений від усіх транспортних потоків
	II	Те саме	30	50	60	Те саме
	III	Усі прямі потоки безперервні та відокремлені. Поворотні потоки безперервні але можуть мати ділянки суміщення	30	40	50	Безперервний відокремлений на перехрещенні з прямими та основними потоками. Безперервний чи регульований на перехрещенні з іншими потоками
	IV	Всі прямі потоки безперервні, але можуть мати ділянки з поворотними потоками. Поворотні потоки регульовані чи саморегульовані	15	20	30	Те саме
	V	Один прямий потік безперервний та відокремлений. Всі інші потоки регульовані чи саморегульовані. Частина поворотних потоків можуть бути відсутніми	15	10	-	Безперервний відокремлений на перехрещенні з прямими потоками. Безперервний регульований чи нерегульований на перехрещенні з іншими потоками
Примітка Відокремленими потоками є ті, що не мають у межах транспортної розв'язки ділянок перестроювання (перехід з однієї смуги на іншу) і ділянок суміщення (рух потоків на одній смузі з наступним розгалуженням)						

На розв'язках у різних рівнях елементи ліво- і правоповоротних з'їздів повинні розраховуватися і призначатися, з урахуванням рекомендованої розрахункової швидкості на з'їздах, за таблицею 3.5.

Найменші радіуси горизонтальних кривих на з'їздах потрібно встановлювати згідно з розрахунковою швидкістю в середній частині з'їздів і

похилу віражу за таблицею 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахункова швидкість в середній частині з'їздів і похилу віражу

Розрахункова швидкість руху в середній частині з'їздів, км/год	Найменші радіуси, м, за умови поперечного похилу віражу, ‰				
	20	30	40	50	60
15	12	12	12	-	-
20	15	15	15	15	15
30	35	35	35	35	30
40	65	65	60	55	55
50	110	105	100	95	90
60	160	150	140	135	130

Примітка 1. На з'їздах міських розв'язок у різних рівнях, як правило, здійснюється змішаний рух транспорту і не дозволяється обгін, через що розрахункова швидкість руху на них не повинна перевищувати 60 км/год.

На прямих ділянках у перехрестях, радіуси кривих в плані та профілі, а також поздовжні та поперечні похили повинні бути встановлені відповідно до тих же умов, що і на ділянках між перехрестями.

На виїздах зі схилом від 20 ‰ до 60 ‰, збільшення поздовжнього похилу зовнішнього краю проїзної частини під час здійснення повороту не повинно перевищувати 10 ‰.

Радіуси вертикальних кривих на в'їздах слід визначати відповідно до рекомендованої швидкості руху на них. Поздовжні похили на прямих ділянках можуть бути призначені на 10 ‰ більше, ніж максимально допустимий похил на головних напрямках доріг.

У межах округлень на в'їздах, починаючи з радіуса 50 м, граничні поздовжні похили повинні зменшуватися. При радіусі 50 м гранична величина знижується на 10 ‰, а для кожних додаткових 5 м радіусу зменшення граничної величини поздовжнього похилу також зменшується на 5 ‰.

Кількість смуг руху на виїздах у перехрестях різного рівня має бути визначена враховуючи розрахункову інтенсивність руху та пропускну

здатність однієї смуги, з урахуванням швидкості та умов руху в межах виїзду, відгалужень та з'єднань з основними напрямками, відповідно до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Обчислювальна швидкість та параметри руху на з'їздах, розділових смугах і приєднаннях до основних маршрутів.

Розрахункова швидкість руху, км/год	Пропускна здатність смуги при русі в межах з'їздів, <u>приведених авт./год</u>		
	безперервному	регульованому	саморегульованому
70-90	1000	700	550
40-70	1200	800	600
20-40	1400	900	700
15-20	1200	800	600

Якщо рух на з'їзді вищий за потенційну ємність однієї смуги, слід передбачати двосмугові з'їзди. Великі та значні міста повинні мати не менше двох смуг у кожному напрямку, в інших населених пунктах – також не менше двох смуг у кожному напрямку.

Ширина односмугових з'їздів повинна бути рівномірною на всій довжині без додаткового розширення, дозволяючи обгін при зупинці: 5 м для радіусів кривих понад 60 м і 5,5 м для радіусів кривих менше 60 м. Для великих радіусів поворотів та двосмугових з'їздів, ширина проїзної частини повинна враховувати розширення кривих.

Для з'їздів з двома напрямками руху проїзна частина кожного повинна бути окремою смугою або загальною проїзною частиною з розділювальною смугою завширшки не менше 2 м.

Там, де є пішохідний рух, тротуари повинні бути завширшки не менше 2,25 м. Якщо немає пішоходів, можуть бути технічні тротуари завширшки не менше 1,0 м.

В складних умовах можуть бути затверджені радіуси з'їздів 30 м, якщо вони забезпечують пропускну спроможність. Лівоповоротні з'їзди мають

бути якнайближче до центру перехрестя, дотримуючись встановлених параметрів.

Право- та лівоповоротні з'їзди мають бути пов'язані перехідними кривими. При наявності двох зустрічних лівоповоротних з'їздів, між ними має бути додаткова смуга завдовжки не менше 50 м для забезпечення переходу з перехідно-швидкісної смуги на крайню праву смугу.

Ширина проїзної частини односмугових з'їздів повинна бути 6,0 м, а для двосмугових з'їздів не менше 7,5 м, плюс укріплені смуги по 0,5 м та додаткове розширення на криволінійних ділянках.

Ширина узбіччя біля заокруглень має відповідати певним параметрам та умовам, дозволяючи рух транспорту безперешкодно.

Ширина узбіччя по обидва боки прямих ділянок з'їздів має бути 2,5 метри. Перехід від однієї ширини узбіччя до іншої на заокругленнях повинен відбуватись в межах довжини перехідної кривої.

У межах кривих на всіх з'їздах залежно від радіуса кривої та кліматичних умов має бути влаштований віраж із похилом від 20 % до 60 %. Додатковий поздовжній похил зовнішньої крайки проїзної частини під час віражу не повинен перевищувати 10 %.

Радіуси кривих у поздовжньому профілі слід визначати відповідно до розрахункових швидкостей, як це вказано в таблиці 3.5.

При проектуванні дорожніх розв'язок різного рівня важливо передбачити заходи для забезпечення бокової видимості на кривих та у місцях в'їздів та виїздів з дороги.

Мінімальна відстань бокової видимості від краю проїзної частини повинна складати 25 метрів для доріг I-а, I-б та II категорій, і 15 метрів для доріг III, IV, V категорій.

Також у зоні дорожніх розв'язок можливе розміщення автобусних зупинок за умови, що забезпечена як бокова, так і поздовжня видимість.



### 3.1.4 Проектування перехідно-швидкісних смуг вулично-дорожньої мережі

Перехідно-швидкісні смуги потрібно влаштовувати як додаткову частину дорожнього покриття для того, щоб транспортні засоби могли гальмувати або розганятися на дорогах різних категорій, таких як I-а, I-б, II, та III, біля будівель дорожнього обслуговування, на з'їздах та в'їздах до розв'язок доріг [4] і відповідно до таблиці 3.1.

Довжину перехідно-швидкісних смуг потрібно визначати в залежності від нахилу дороги згідно з таблицею 3.6, а в регіонах з горбистим або гірським рельєфом - за результатами обчислень.

Таблиця 3.6 – Довжина перехідно-швидкісних смуг

Категорія дороги	Поздовжній похил, %	Довжина смуги повної ширини, м		Довжина відгону смуги розгону і гальмування, м
		для розгону	для гальмування	
I-а, I-б	-40	110	110	80
	-20	130	105	
	0	150	100	
	+20	170	95	
	+40	190	90	
II – III	-40	80	85	60
	-20	90	80	
	0	100	75	
	+20	120	70	
	+40	150	65	

Необхідно розглядати перехідно-швидкісні смуги для лівоповоротних з'їздів на дорогах I-а, I-б і II категорій у транспортних розв'язках типу "лист конюшини" як одну смугу для суміжних з'їздів.

Для розширення гальмівних смуг на відгоні, потрібно починати з уступу завширшки 0,5 м. При виїзді зі з'їзду, повинна забезпечуватися видимість кінця перехідно-швидкісної смуги.

У зонах перехрещень, примикань (в межах заокруглень) та автобусних

зупинок на дорогах різних категорій, виокремлення перехідно-швидкісних смуг і основних смуг руху має відбуватися розділювальною смугою залежно від категорії дороги та забезпечувати відведення певної довжини з розміткою для переходу до ширини основної смуги руху.

Ширина перехідно-швидкісних смуг повинна відповідати ширині основних смуг проїзної частини для конкретної категорії дороги. І коли встановлюється бортовий камінь, перехідно-швидкісну смугу слід розширювати на подвоєне значення його підвищення над дорожнім покриттям.

З'єднання перехідно-швидкісних смуг з узбіччям відбувається через укріплену смугу, шириною 0,75 м на дорогах I-а, I-б і II категорій та 0,5 м на дорогах III категорії.

Важливо уникати поєднання смуг гальмування, розташованих поряд із одним об'єктом, зі смугами розгону, що розташовані поблизу в тому ж напрямку руху. Пряма вставка між цими смугами повинна бути не менше ніж 25 м.

### 3.2 Проектування пішохідних переходів та велосипедних переїздів

Зазвичай пішохідні переходи та велосипедні переїзди, розташовані на одному рівні з дорожньою частиною, розміщуються через вулиці на відстані один від одного залежно від категорії доріг. Наприклад:

- на магістральних вулицях (дорогах) загальноміського значення з регульованим рухом – 300 м;
- на магістральних вулицях районного значення – 250 м;
- на вулицях та дорогах місцевого значення:
  - на житлових вулицях – 150 м;
  - на дорогах промислових і комунально-складських зон – 200 м.

Ширина пішохідного переходу та велосипедного переїзду приймається згідно зі специфікаціями [8].

Рекомендується улаштувати наземні пішохідні переходи через всі підходи до перехрестя. Наявність чи відсутність певних пішохідних переходів визначається місцями привабливості для пішоходів та організацією пішохідного руху.

Пішохідні переходи повинні мати трикутник видимості завширшки не менше 50 м x 10 м, необхідний для видимості водіям. На цій ділянці не слід розмішувати будь-які споруди або рослини вище 0,5 м.

Для безпеки пішоходів та велосипедистів рекомендується розміщення острівців безпеки на нерегульованих пішохідних переходах та, якщо можливо, на регульованих переходах. У випадку вулиць із двома або більше смугами руху у одному напрямку, не слід улаштувати нерегульовані пішохідні переходи без острівців безпеки. Якщо це неможливо, доцільно передбачити регульовані пішохідні переходи.

Мінімальна ширина острівця безпеки в місці пішохідного переходу має бути не менше 2,0 м, а довжина - 8,0 м. Острівець безпеки може бути влаштований на роздільній смузі або шляхом звуження смуг руху. У цьому випадку необхідно дотримуватися вимог щодо ширини пішохідної зони тротуару та велосипедної доріжки.

Острівці безпеки по центру мають відрізнятися за покриттям, структурою або кольором, можуть бути вигнуті над рівнем дороги з можливістю вільного руху для пішоходів (Додаток В, рис. В.2), виділені розміткою (Додаток В, рис. В.3), або мати зигзагоподібний вигляд з бар'єрним огородженням (Додаток В, рис. В.4). Підняття бордюру до рівня дороги або відсутність центральної частини острівця роблять його доступним для маломобільних груп населення та велосипедистів (Додаток В, рис. В.5).

Ширина проїзної частини для пішоходів та велосипедистів на острівцях безпеки має дорівнювати або бути більшою за ширину пішохідного переходу чи велосипедного переїзду. Біля навчальних закладів та в місцях

інтенсивного пішохідного руху можуть бути підвищені частини дороги до рівня тротуарів, використовуючи настил наземного переходу.

Пішохідні переходи та велосипедні переїзди мають мати чітке освітлення згідно з ДБН В.2.2-17.

При влаштуванні пішохідних переходів слід брати до уваги доступність для маломобільних груп населення. Наприклад, використання пандусів або зрівнювання пішохідного переходу з тротуаром або дорогою. Регульовані пішохідні переходи повинні мати звукові сигнали для переходу дороги.

Підходи до пішохідних переходів можуть містити тактильні елементи для осіб із вадами зору. Вони також мають відрізнятися від покриття тротуарів та доріг. Напрямні доріжки з тактильними орієнтирами та штучні нерівності потрібно влаштовувати перед приляганням тротуару або острівця безпеки до дороги згідно з [21].

Пішохідні переходи, розташовані на різних рівнях з дорожньою частиною, такі як підземні тунелі, надземні містки або переходи, що використовують у транспортних розв'язках, мають бути улаштовані таким чином:

- на магістральних вулицях з безперервним рухом – на відстані від 300 до 600 м, а у спеціалізованих зонах може досягати 800 м;
- на швидкісних транспортних маршрутах – від 400 до 800 м залежно від місць зупинок.

Розміщення пішохідних переходів у різних рівнях потребує попереднього планування всієї ділянки або схеми організації транспортного та пішохідного руху в містобудівній документації.

Ширина пішохідних тунелів, мостів, сходів і пандусів повинна враховувати інтенсивність пішохідного руху у години пік та максимальну пропускну здатність однієї смуги розміром 1 м. Наприклад, ширина тунелів - 2000 (1500), мостів - 1000 (750), сходів - 1500 (1250) і пандусів - 1750 (1350) пішоходів на годину, але не менше 3 м для тунелів і мостів та 2,25 м для сходів і пандусів (якщо є два сходи в кожному торці тунелю).

На сходах підземних переходів корисно розділити потоки пішоходів на вхід і вихід роздільними поручнями.

Пішохідні переходи різних рівнів мають бути обладнані спеціальними засобами (ліфтами, пандусами тощо) для пішоходів з обмеженими можливостями.

Сходи та пандуси мають бути спроектовані згідно з вимогами [4] та розташовані в межах тротуарів або зелених зон з урахуванням потоків пішоходів. Дозволяється встановлювати вбудовані сходи до перших поверхів будівель.

Під час створення пандусів, їх ширина повинна бути не менше 1,0 м, з похилом не перевищуючим 60%. У складних умовах за техніко-економічними розрахунками, цей похил може бути підвищений до 80 %.

Глибина підземних пішохідних тунелів від рівня тротуару до їхньої підлоги має бути мінімальною, з урахуванням розміщення підземних комунікацій.

Висота пішохідних тунелів від підлоги до найвищої точки стелі має бути не менше 2,3 м (або не менше 2 м у дво- або трипрогонових тунелях від поздовжнього ригелю).

Похил сходів не повинен перевищувати 1:3,3 з розміром сходинок 12 см х 38 см; в обмежених умовах може бути похил 1:2,3 з розміром сходинок 14 см х 32 см.

Після кожного маршу сходів обов'язково потрібна проміжна площадка завдовжки не менше 1,5 м. Сходи та площадки мають бути з похилом 15 %.

Поблизу сходів і пандусів для пішоходів слід передбачити металеві решітки на всій ширині для стоку води. Це обладнання повинно мати систему відводу води.

Внутрішнє стікання води з тунелів і службових приміщень передбачається через спеціальну систему труб, закладених в основі тунелю, а в разі потреби - з насосною установкою.

У тунелях можливі поздовжні похили підлоги в межах 10 % до 40 %, а

поперечні - 10 %. З відповідним обґрунтуванням можливе влаштування підлоги без поздовжнього похилу, в такому разі відведення води забезпечується поперечним похилом підлоги та поздовжнім похилом лотків, що облаштовані для водовідведення.

У пішохідних тунелях слід передбачати приміщення для електротехнічного обладнання, устаткування для обігрівання сходів, насосні установки для водостічних систем, зберігання засобів для прибирання та обслуговуючого персоналу.

Складні підземні переходи, за відповідними розрахунками, можуть включати об'єкти для обслуговування пішоходів, такі як кіоски, кафе, автоматизовані телефони, каси та інше, але з урахуванням конструкцій, що не обмежують ширину для руху пішоходів нижче мінімального значення.

При розташуванні об'єктів, що обслуговують пішоходів у переходах метро, залізничних або автобусних станцій, потрібно забезпечити необхідну ширину для проходу пішоходів.

Поздовжній нахил пішохідних містків не повинен перевищувати 30 %, за винятком випадків, коли він може становити до 40 %. Поперечний нахил повинен бути в межах від 15 % до 20 %, а висота - не менше 5,5 метра від рівня дорожнього покриття.

### 3.3 Проектування транспортних споруди на вулицях і дорогах

Елементи, які складають поперечний профіль на мостах, шляхопроводах, тунелях та інших транспортних спорудах, зазвичай відповідають елементам поперечного профілю вулиць і доріг, через які вони проходять.

На ділянках транспортних споруд можливе звуження розділювальної смуги, але це є винятком.

На двопрогонових шляхопроводах або тунелях розділювальна смуга для

вулиць безперервного руху може мати ширину 2,0 метри, забезпечуючи бар'єрне огороження та смуги безпеки з обох сторін.

У випадках, коли вулиця або дорога не має розділювальної смуги, а план транспортної споруди передбачає розміщення опор між проїзними частинами, необхідно розширити проїзну частину для розділювальної смуги.

Зміни ширини проїзної частини на транспортних спорудах мають відбуватися плавними кривими на відстані не менше 100 метрів, згладжуючи звуження та розширення, що відповідають категорії вулиці чи дороги.

Ширина тротуарів на транспортних спорудах може бути меншою порівняно з тими, що знаходяться на вулицях, через які вони проходять (на рівні, що нижче за категорію), але не менше:

- для магістралей та вулиць безперервного руху – 3,0 м;
- для магістралей з регульованим рухом та районного значення – 2,25 м.

У випадках, коли пішохідний рух непостійний, на транспортних спорудах і в тунелях передбачається службовий тротуар шириною від 0,75 м до 1,0 м, а в особливо складних умовах – 0,5 м.

На транспортних спорудах, якщо можливо, слід укласти окремі доріжки для пішоходів поза самою спорудою, щоб уникнути підйому по сходах. Якщо на транспортній споруді передбачені тротуари, там потрібно влаштувати сходи у місцях перетину з вулицями.

Під час реконструкції ширина велосипедних смуг та доріжок на транспортних спорудах може бути зменшена до 1,0 м для односторонніх і до 2,0 м для двосторонніх.

Розміри найменших радіусів вертикальних кривих та відстаней видимості на вулицях і дорогах мають відповідати таблиці 3.6.

У складних умовах, радіуси вертикальних кривих розумно обирати не менше:

- 2000 м для опуклих кривих;
- 500 м для увігнутих кривих.

При перетинах магістралей на різних рівнях швидкість руху на

транспортних засобах обмежують для забезпечення необхідної видимості вздовж профілю.

Таблиця 3.7 - Величини найменших радіусів вертикальних кривих

Розрахункова швидкість руху, км/год	Найменша відстань видимості зустрічного автомобіля	Найменша відстань видимості у плані, м	Найменшій радіус кривих у плані, м	Мінімальний радіус вертикальних кривих, м		
				при алгебраїчній різниці похилів поздовжнього профілю сполучних ділянок, ‰	опуклих	увігнутих
100	280	140	400	10 і більше	6000	1500
80	100	100	250	10 і більше	4000	1000
70	150	75	200	10 і більше	3000	800
60	120	60	125	15 і більше	2500	600
50	110	55	100	15 і більше	1500	400
40	100	50	60	15 і більше	1000	300
30	90	45	30	15 і більше	600	200

Примітка 1. В умовах горбистої та гірської місцевості на ділянках довжиною від 500 м допускається збільшення граничних поздовжніх похилів, але не більше ніж на 10 ‰ для вулиць і на 20 ‰ – для доріг і проїздів.

Примітка 2. Найменша відстань видимості у плані (для зупинки автомобіля) – відстань, що забезпечує видимість будь-яких предметів заввишки 0,2 м і більше з місця водія, який знаходиться у середині смуги руху.

Примітка 3. Відстань видимості зустрічного автомобіля – відстань, що забезпечує видимість будь-яких предметів заввишки 1,2 м від поверхні вулиці (дороги) з місця водія за умови розташування точки зору (ока водія) на висоті 1,2 м від поверхні проїзної частини

На всій довжині мостів слід забезпечити безпеку руху, щоб уникнути виїзду транспортних засобів за межі проїзної частини та ударів в конструкційні елементи, застосовуючи бар'єрне огороження.

Габарити мостів приймаються на основі індивідуальних техніко-економічних обґрунтувань, враховуючи розміщення та архітектурно-композиційне значення споруди та досвід експлуатації подібних споруд.



### 3.4 Дослідження місць виникнення затримок у русі транспортних засобів та черг на вулицях населених пунктів

Оптимальне функціонування транспортної мережі в містах має враховувати потреби всіх учасників руху: водіїв, пасажирів, пішоходів, велосипедистів, організаторів транспорту та місцеву владу. Головна мета функціонування міської транспортної системи - задоволення попиту на транспортне обслуговування. Ефективність руху значною мірою залежить від забезпечення комфортних та безпечних умов пересування. Тому основним завданням для створення та підтримки працездатності транспортної мережі є аналіз певних місць, де спостерігається погіршення умов руху, що часто викликає транспортні затори та черги.

Для проведення досліджень була обрана мережа доріг міста Києва. Під час обстеження було враховано кілька показників стану транспортної мережі міста Києва [34]. Наприкінці 2019 року територія міста складала 835,58 км<sup>2</sup>, природна чисельність населення складала близько 3144,9 тис. чол. Місто розташоване між річкою Дніпро та залізничними коліями, з одного боку, та Святошинсько-Броварською лінією метрополітену на лівому березі, вздовж Броварського проспекту, з іншого. Також воно має швидкісні трамваї та головні магістральні вулиці.

Мережа магістральних вулиць Києва відрізняється на різних берегах міста: правий берег представлений радіально-кільцевою схемою, а лівий - прямокутною. До міста підходять 11 автомобільних доріг державного значення.

Згідно з дослідженням [34], агломерація міста складається з урбанізованого ядра, зовнішньої зони та окремих секторів. Урбанізоване ядро забезпечує транспортну доступність до центру протягом середньої 40-хвилинної поїздки. Планові осі, які ведуть до загальнодержавних та регіональних шляхів, є ключовими маршрутами.

У місті Києві виділяються різні категорії вулиць: головна вулиця Хрещатик, головна площа Майдан Незалежності, загальноміські магістралі безперервного руху, переважно безперервного руху та регульованого руху.

- Головна вулиця: Хрещатик.

- Головна площа: Майдан Незалежності.

- Загальноміські магістралі переважно безперервного руху: Чоколівський бульвар, бульвар Дружби Народів, Броварський проспект, проспект Валерія Лобановського, проспект Леся Курбаса, вулиця Богатирська.

- Загальноміські магістралі регульованого руху: бульвар Лесі Українки, вулиця Велика Васильківська, вулиця Антоновича, вулиця Жилянська, вулиця Саксаганського, вулиця Володимирська, вулиця Богдана Хмельницького, проспект Голосіївський, вулиця Васильківська, вулиця Велика Житомирська, вулиця Січових Стрільців, вулиця Мельникова, вулиця Стеценка, Повітрофлотський проспект, вулиця Олени Теліги, Московський проспект, Харківське шосе, вулиця Братиславська, Дніпровська набережна, вулиця М. Грінченка.

Затори в транспортній системі міста Києва почали з'являтися приблизно в середині 90-х років минулого століття. Спочатку вони виникали у центральній зоні міста, тоді як середня і периферійні зони мали більшу пропускну спроможність.

У початку 2000-х років, через значний приріст автомобілів, у місті Києві почали виникати затримки та затори на дорогах середньої зони. За останні 10 років ситуація на магістральних вулицях столиці стала набагато гіршою, і затори тепер утворюються навіть на околицях міста. Це призвело до рівня складності в русі, коли і не центральна частина, але весь Київ може бути повністю паралізований. Хоча система магістральних вулиць загальноміського та районного значення малорозвинена, місто Київ має понад 100 перехрестів, де транспортний потік концентрується, що призводить до загострення ситуації на головних дорогах. Отже, проведення експериментальних досліджень стану магістральної мережі у контексті

затримок руху транспорту є ключовим для подальшого аналізу транспортної ситуації міста.



Рисунок 3.1 - Схема розділення території міста Києва природними та штучними елементами



Рисунок 3.2 - Схема магістральних вулиць міста Києва

Найбільш складним місяцем, коли спостерігається найбільша інтенсивність руху ТЗ, є грудень. У цей період середньомісячний показник завантаження вулиць складає 4,6 бали і є наслідком передсвяткової активності. А найменша інтенсивність руху ТЗ спостерігається в липні-серпні та в січні, коли цей показник складає 2,2 бали (саме на цей час припадає період літніх та зимових відпусток). Розподіл ускладнень руху ТЗ в балах на вулицях міста Києва протягом дня за даними «Яндекс-пробки» наведені на рис 3.3.

За період проведення спостереження за станом магістральних вулиць у місті Києві максимальний показник у десять балів було зафіксовано один раз, вранці з 5 лютого 2019 року, коли рух вуличного транспорту практично зупинився у багатокілометрових чергах після сильного снігопаду, який також призвів до виникнення 25-ти ДТП, що, в свою чергу, також погіршило транспортну ситуацію на вулицях (рис. 3.4.).

Для проведення експерименту по обстеженню місць де виникають затримки руху ТЗ на вуличній мережі міста Києва, були прийняті межі центральної, середньої та периферійної зони (рис. 3.5):

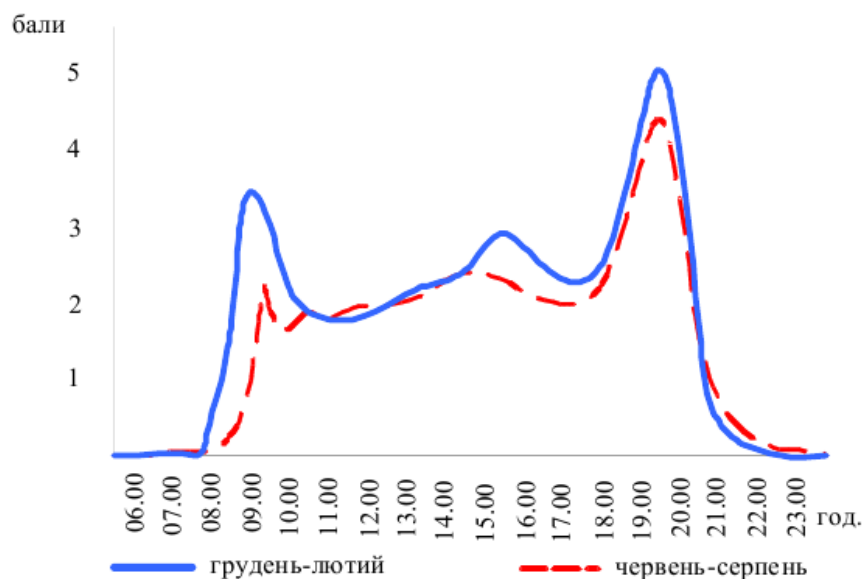


Рисунок 3.3 - Ускладнення руху ТЗ на вулицях міста Києва протягом дня (в балах)

- центральна зона (у межах площ- Європейська-Львівська-Перемоги - палацу «Україна»-Лесі Українки- Слави-Європейська);

- середня зона (обмежена транспортними вузлами: Севастопольська площа-Деміївська площа-Либідська площа-міст ім. Патона-Дарницька площа-вулиця Гагаріна-вулиця Братиславська-проспект Ватутіна-Московський міст- проспект Степана Бандери-вулиця Олени Теліги-вулиця Довженка-вулиця В.Гетьмана – Чоколівський бульвар Севастопольська площа);

- периферійна зона (територія міста, що знаходиться за межами лінії, яка визначає середню зону).

Обстеження місць виникнення заторів на магістральних вулицях міста Києва складалося з: обстеження вулично-дорожньої мережі міста за даними наведеними на сайті [https://yandex.ua/maps/kyiv\\_traffic](https://yandex.ua/maps/kyiv_traffic).

Графік виконання спостереження за станом руху ТЗ на вулицях міста Києва наведений в таблиці 3.8);

Таблиця 3.8 - Графік виконання спостереження за станом руху ТЗ на вулицях міста Києва

Дні тижня	Години дня								
	8.00	9.00	10.00	13.00	14.00	15.00	17.00	18.00	19.00
Понеділок	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вівторок	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Середа	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Четвер	+	+	+	+	+	+	+	+	+
П'ятниця	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Субота	-	-	+	-	-	+	-	+	-
Неділя	-	-	+	-	-	+	-	+	-

Внаслідок проведеного обстеження стану заторів на магістральних вулицях міста Києва можна назвати показники, які характеризують стан ВДМ, а саме: середню довжину черги, їхню загальну довжину з урахування кількості смуг руху, середню кількість місць, де утворюються черги, врахування категорії вулиць, де виникають черги, встановлення

причини виникнення черг, елементів ВДМ, на яких утворився черги, і розподіл черг по днях тижня.

За отриманими результатами можна стверджувати, що середня довжина черги, яка спостерігається протягом дня на вулицях м. Києва, розподілилася наступним чином: на центральну зону припадає 26,0% від усієї кількості середньої довжини заторів, на середню зону -44,4% і периферійну зону -29,6% (рис. 3.6). Відповідно до середньої довжини черги з транспортних засобів на центральну зону міста припадає в середньому – 7 км, на середню зону- 12 км і на периферійну- 8 км.

Необхідно також відмітити, що відповідно до годин дня затори розподілилися у відсотковому відношенні наступним чином (рис. 3.7): найменша довжина черг при заторах спостерігається в період з 7.00 ранку до 8.00 і складає приблизно 2%, а найбільше значення спостерігається у вечірні години - з 18.00 до 19.00 - і складає - 23 % та вранці з 08.00 до 09.00 і складає 16% від довжини, яка спостерігається протягом усього дня (табл. 3.8).

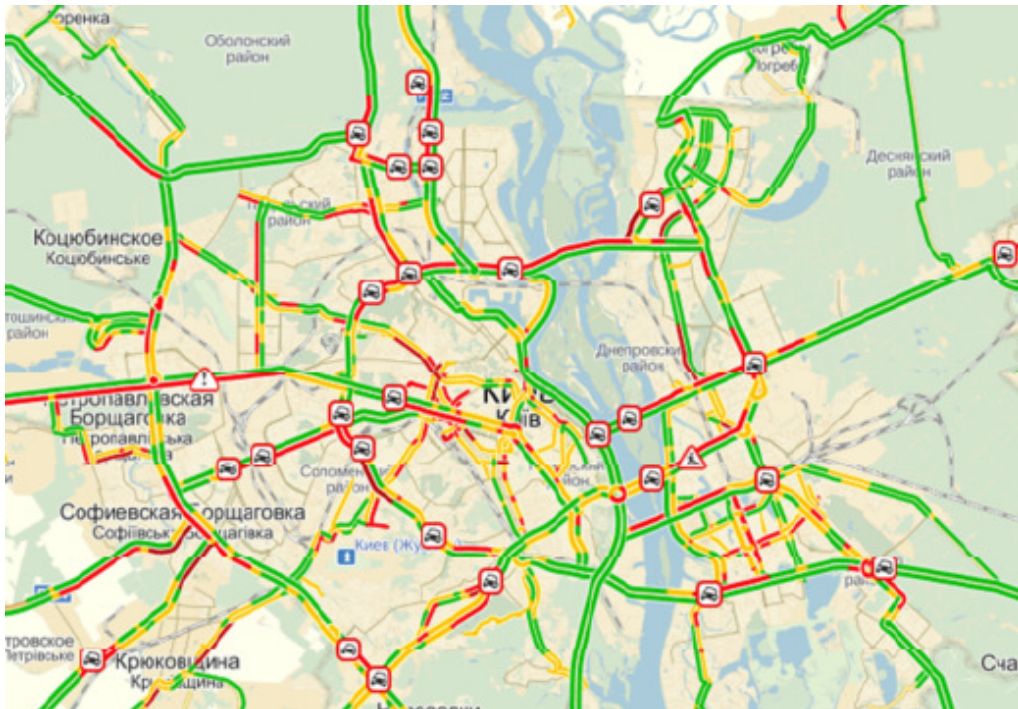


Рисунок 3.4 - Ситуація на ВДМ м. Києва о 09.00 ранку

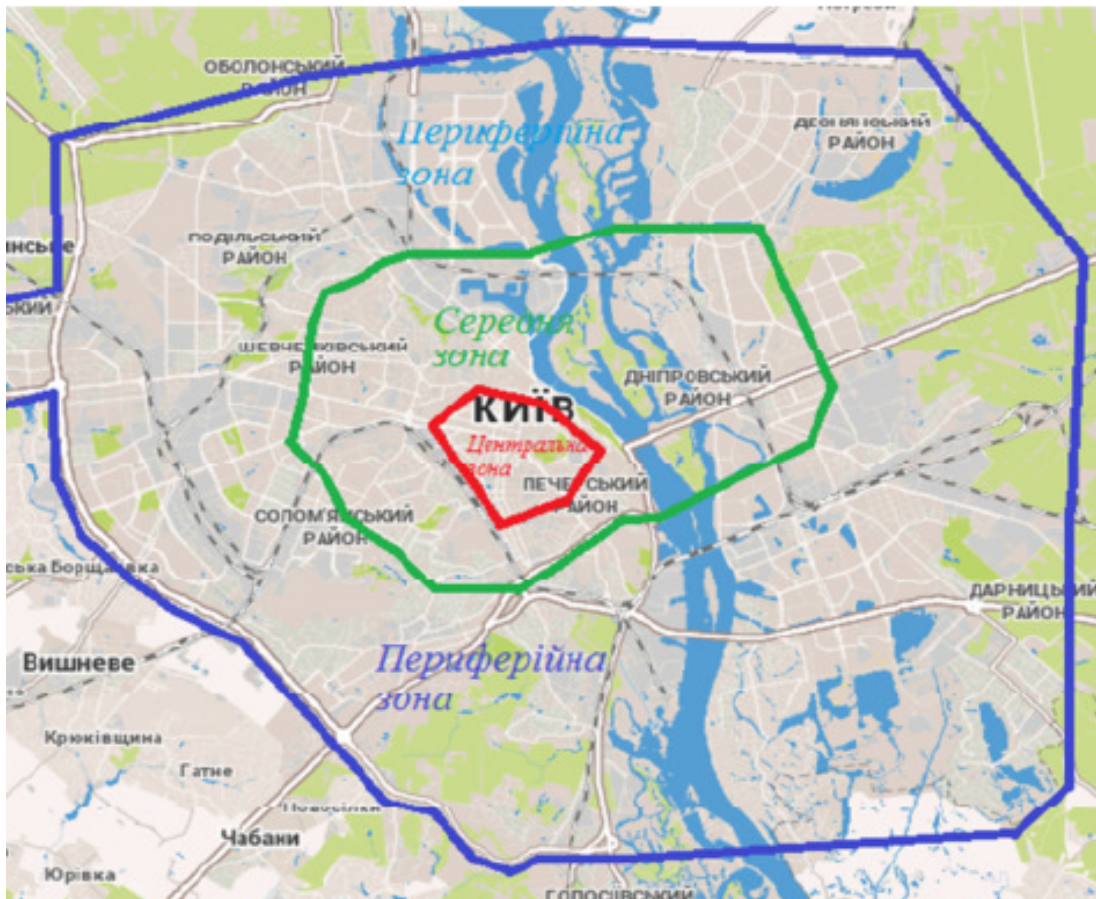


Рисунок 3.5 - Розподіл території м. Києва на зони

Треба також відміти, що відповідно до територіальної зони міста і періодів спостереження, середня і відносна довжина затору складає:

- у ранковий час, для центральної зони, -3300 м (13,7 %), для середньої зони – 10000 м (41,7%) і для периферійної зони- 10700 м (44,6%);
- в денний час, для центральної зони,- 8700 м (38,5%), для середньої зони – 10900 м (48,2%) і для периферійної зони- 3000 м (13,3%);
- у вечірній час, для центральної зони, -7900 м (23,9 %), для середньої зони – 15050 м (45,8%) і для периферійної зони- 10000 м (30,3%).

Як бачимо з наведених даних, до восьмої години ранку в центральній частині міста черги повністю відсутні, а в периферійній зоні вони складають 65,6%, в той час як після дев'ятої години ранку кількість черг та їхня середня довжина в центральній зоні міста починає різко збільшуватися і о 13.00 перевищує показники периферійної зони, а в період з 14.00

до 15.00 - навіть показники середньої зони, зокрема: центральна зона - 11300 м (40,9%), середня зона – 11000 (39,8%), периферійна зона -5350 м (19,3%).

На основі зібраних і проаналізованих даних, (рис. 3.8) відображена гістограма погодинної середньої довжини черг для магістральних вулицях міста Києва.

Слід відмітити, що для міста Києва загальна довжина черги, із врахуванням кількості смуг руху, в середньому складає 67000 м, а для найбільш завантаженого періоду дня - із 18.00 до 19.00 - складає 142800.

Якщо цей показник порівняти з довжиною динамічного габариту автомобіля в щільному потоці, який дорівнює 8-10 м, то виходить, що протягом дня близько 7500 автомобілів постійно рухаються в транспортних чергах в очікуванні проїзду, і приблизно 15800 автомобілів - у вечірній час. Відповідно до годин дня, в які проводилося обстеження, показник загальної довжини черги з урахуванням кількості смуг руху розподілився наступним чином (рис. 3.9).



Рисунок 3.6 - Розподіл місць виникнення затримки руху та черг відносно зон міста Києва



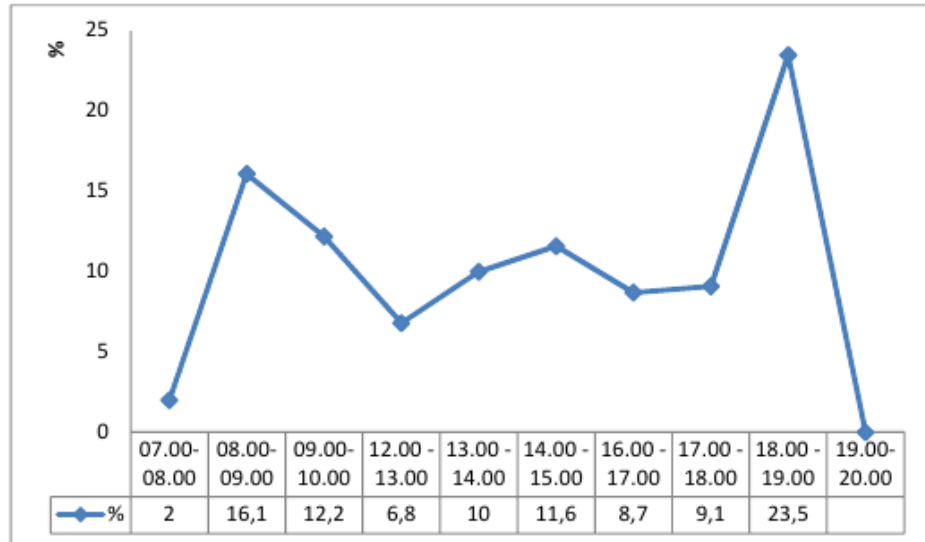


Рисунок 3.7 - Відношення середньої довжини черги у відсотках, відповідно годин їхнього виникнення

Відповідно отриманих даних, була визначена середня кількість місць утворення черг на магістральних вулицях міста Києва, враховуючи його територіальні зони: центральна зона - 7 місць, середня зона - 17 місць, периферійна зона - 13 місць, а всього по місту - 37 місць. Відповідно до часу проведення спостережень і територіальних зон, де вони утворились, маємо наступні дані (рис. 3.10.).

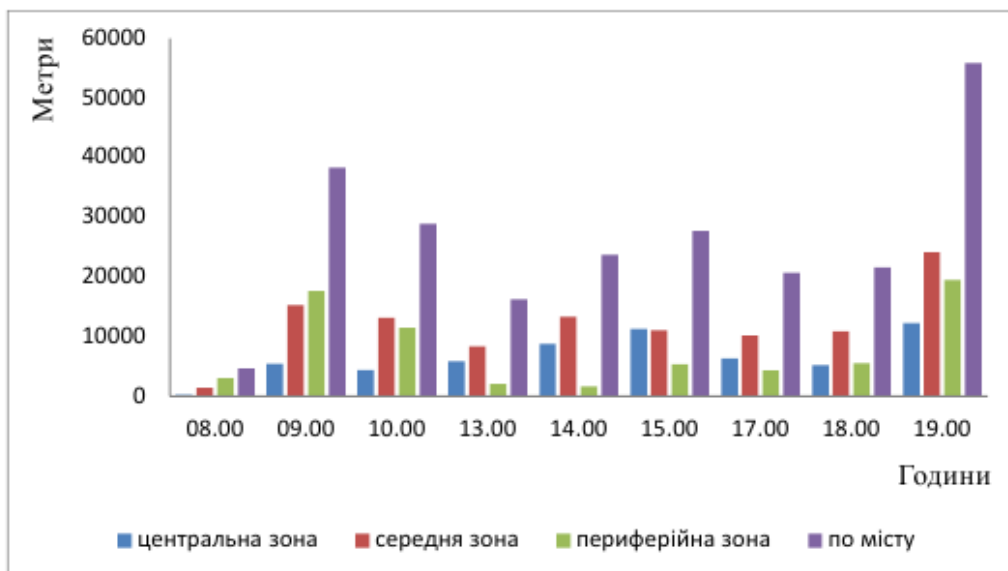


Рисунок 3.8 - Розподілення черг відповідно до їхньої середньої довжини, враховуючи зони міста і години утворення

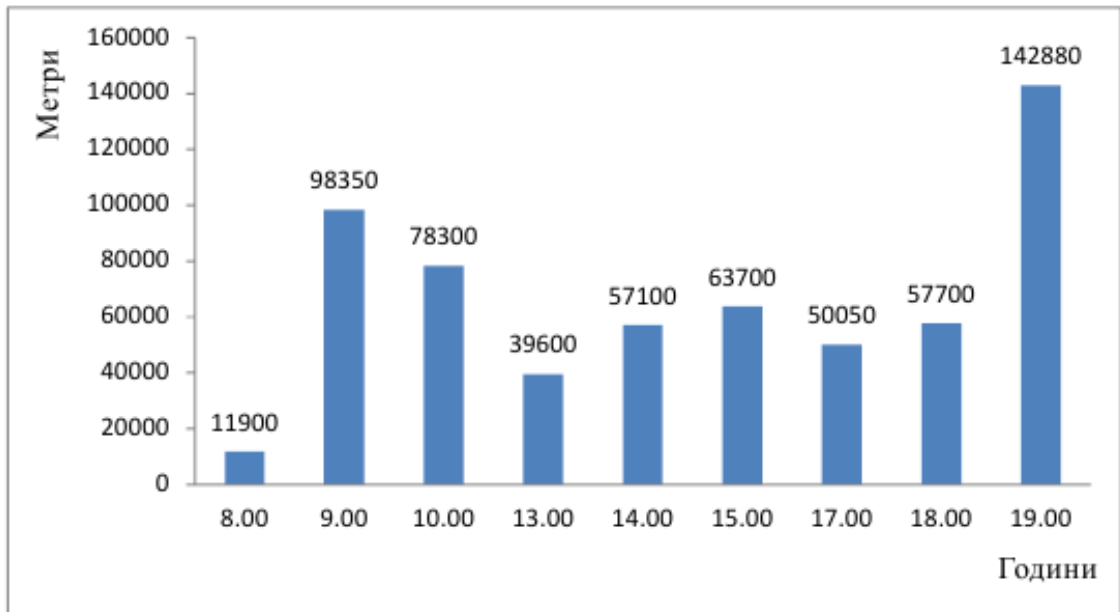


Рисунок 3.9 - Загальна довжина черги з урахуванням кількості смуг руху

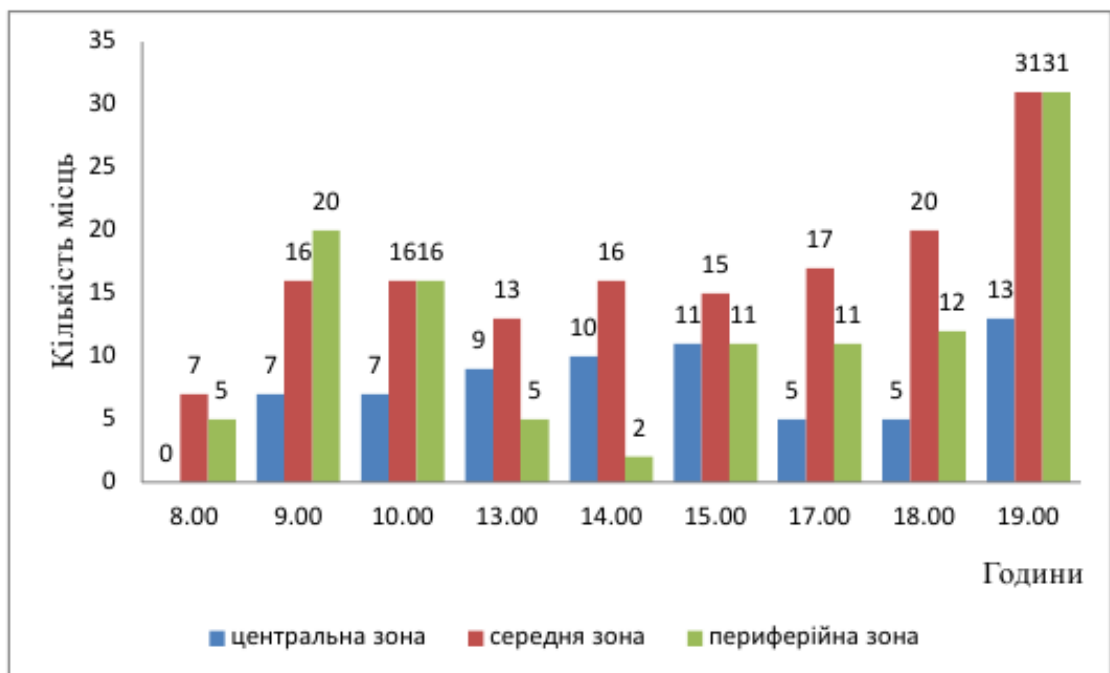


Рисунок 3.10 - Кількість місць, де утворюються черги відповідно до територіальних зон міста Києва

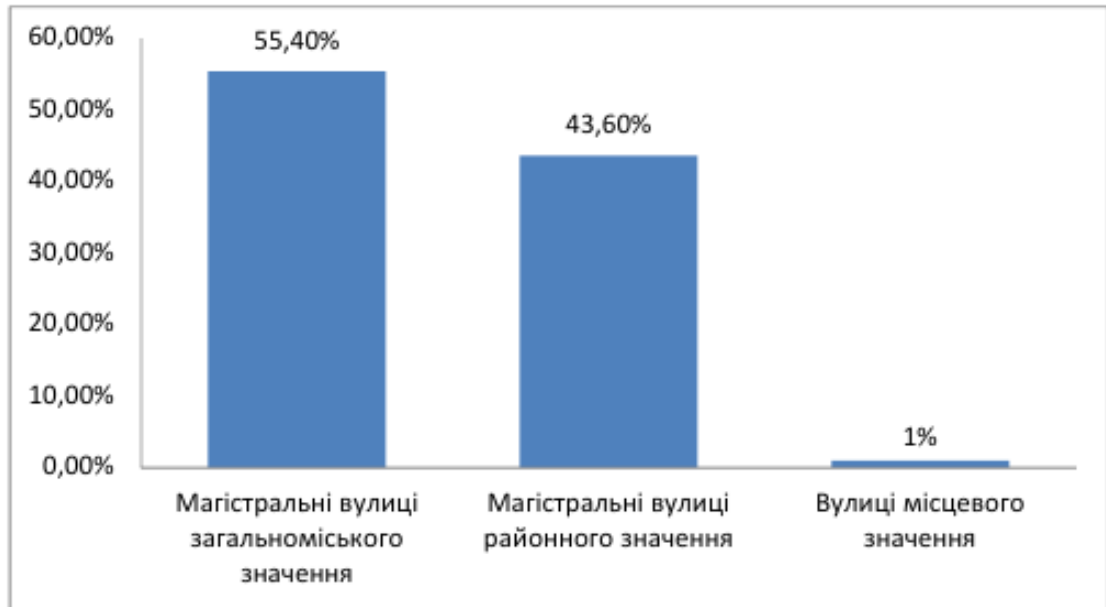


Рисунок 3.11 - Розподілення місць утворення черг у місті Києві, відповідно до категорії вулиці

Таблиця 3.9 - Середня довжина черг, що утворюються на магістральних вулицях міста Києва

Період	Середня довжина черг						
	Центральна зона		Середня зона		Периферійна зона		По місту
	метр	%	метр	%	метр	%	
08.00		0	1600	34,4	3050	65,6	4650
09.00	5450	14,2	15250	39,8	17650	46,0	38350
10.00	4350	15,0	13150	45,4	11450	39,6	28950
13.00	5800	36,0	8400	51,7	2000	12,3	16250
14.00	8800	37,1	13300	56,1	1600	6,8	23700
15.00	11300	40,9	11000	39,8	5350	19,3	27650
17.00	6300	30,4	10150	49,0	4250	20,5	20700
18.00	5220	24,1	10900	50,5	5500	25,5	21600
19.00	12250	21,9	24100	43,1	19550	35,0	55900

Наступна характеристика, за якою було виконано обстеження місць утворення черг на магістральних вулицях відповідно поданої категорії.

Проведені спостереження та аналіз місць утворення черг дозволив зробити наступні висновки, а саме: 55% усіх заторів спостерігаються саме на магістральних вулицях загальноміського значення, де середня

довжина черг складає 15,2 км; 44% - на магістральних вулицях районного значення, середня довжина черг складає 12,0 км; 1% - на вулицях місцевого значення, середня довжина черг складає 0,3 км (рис. 3.11). При проведенні спостереження, вулиці місцевого значення включалися до результатів обстеження тільки в тих випадках, коли джерело (причина) утворення черг знаходилася на відповідній вулиці.

Визначення причин, які призводять до утворення черги, здійснювалося шляхом фіксації місця її виникнення та визначення довжини черги внаслідок затримки руху. Проводячи аналіз причин, які призводять до утворення черги ТЗ на магістральних вулицях міста Києва, були виділені основні причини, які спонукали їхнє утворення, а саме: дорожньо-транспортні пригоди, дорожні роботи, світлофорний об'єкт, «вузькі місця», нерегульовані пішохідні переходи. Внаслідок проведеного обстеження були зібрані дані, які дозволили виявити основні причини затримки руху та утворення черг (табл. 3.10):

- пішохідні переходи. Розглядалися регульовані та нерегульовані пішохідні переходи, які призвели до утворення черги з транспортних засобів.

Відповідний показник мав вплив тільки в період з 08.00 до 09.00 та у вечірній час, з 17.00 до 19.00. Загалом, відношення середньої довжини черг, які спричинені пішохідними переходами, до середньої довжини заторів по місту складає всього 0,4%;

- дорожні роботи. Були розглянуті всі затримки у русі та черги, які утворилися внаслідок виконання будь-яких робіт у межах вулиці, і які створювали ускладнені умови руху ТЗ і пішоходів. Даний показник мав суттєвий вплив тільки в період з 09.00 до 15.00, а у вечірній час, як правило, спостерігався незначний вплив у межах 1%. Загалом, виконання дорожніх робіт призводить вимушених зупинок і відношення середньої довжини черг, які спричинені дорожніми роботами до середньої довжини черг по місту, складає 4,5%;

Таблиця 3.10 - Причини утворення черг на магістральних вулицях м. Києва

період	Середня довжина черг									
	ДТП		Дорожні роботи		Світлофорний об'єкт		«Вузькі місця»		Пішохід. перехід	
	м	%	м	%	м	%	м	%	м	%
08.00	250	5,4	-	-	3800	81,7	600	12,9	-	-
09.00	5600	14,6	2050	5,3	27600	72,0	2850	7,4	250	0,7
10.00	4300	14,9	1550	5,4	18800	64,9	4300	14,9	-	-
13.00	1800	11,1	1400	8,6	12650	77,8	400	2,5	-	-
14.00	3900	16,5	2200	9,3	17600	74,3	-	0,0	-	-
15.00	2750	9,9	2000	7,2	22900	82,8	-	0,0	-	-
17.00	3200	15,5	600	2,9	15200	73,4	1700	8,2	-	-
18.00	3800	17,6	200	0,9	13250	61,3	4100	19,0	250	1,2
19.00	5100	9,1	600	1,1	41600	74,4	8200	14,7	400	0,7

- «вузькі місця». До «вузьких місць» були віднесені виїзди та з'їзди з мостів і естакад, самі мости та шляхопроводи, нерегульоване примикання вулиці, місця розміщення зупинок громадського транспорту, місця звуження проїзної частини (зменшення поперечного перерізу вулиці) або незадовільні дорожні умови. За отриманими даними цей показник склав 9,3%;

- дорожньо-транспортні пригоди мають дуже суттєвий вплив на утворення заторів та черг на ВДМ міста. Проведені обстеження показали, що для міста Києва цей показник дорівнює 12,9%;

- робота світлофорного об'єкту. Відношення середньої довжини черги, які спричинені роботою світлофору до середньої довжини черги по місту Києву складає 72,9%.

Погодні умови, як один із суттєвих факторів впливу на утворення заторів і збільшення довжини затору, розглядався окремо. Вплив погодних умов на утворення затору фіксувався шляхом порівняння кількості і довжини затору при нормальних погодних умовах і в умовах негоди.

Треба відмітити, що внаслідок погіршення погодних умов, а саме під час дощу, довжина заторів збільшувалася на 20%, під час снігопадів - до 45%. Кількість місць, де утворювалися затори, збільшувалося в середньому на 10%. Основною причиною було збільшення кількості ДТП, які потім призводили до затримки руху транспорту.

Визначивши причину, за якої виникають затори на магістральних вулицях міста Києва, потрібно також проаналізувати, на яких саме елементах ВДМ виникають черги. Тому для подальшого аналізу були визначені наступні характерні елементи ВДМ, на яких спостерігалися місця виникнення перешкод, які погіршують умови руху транспортного потоку по даному елементу. Елементи, на яких проводилося обстеження, були поділені наступним чином: мости, шляхопроводи, регульовані перехрестя, перехрестя з кільцевим рухом, перегони (табл. 3.10).

Середня довжина черг на елементах ВДМ міста Києва розподіляється наступним чином: на мостах- 3,3 км, на транспортних розв'язках у різних рівнях - 2,5 км, на регульованих перехрестях - 18,2 км, на перехрестях із кільцевим рухом - 0,8 км, на перегонах - 1,5 км.

Відсотковий розподіл черг, які утворюються на елементах ВДМ, наведений на рис. 3.12.

Протягом тижня черги на магістральних вулицях міста Києва спостерігалися в наступній закономірності: максимальна довжина черги припала на четвер, а найменша довжина (у робочий день тижня) спостерігалася у середу і складала 66% від показника четверга. У п'ятницю, у вечірній час, довжина черги, внаслідок заторів, починає зростати з 14 години, а з 16 до 19 години спостерігається на одному рівні, не маючи значних коливань.

Треба зазначити, що, як і в попередніх описах, для кращого розуміння ситуації була визначена середня довжина черги для кожного дня тижня (рис. 3.13). Розподіл довжини черги у відсотковому відношенні по днях тижня наведено на рис 3.14.

Таблиця 3.11 - Середня довжина черг, які виникли на деяких елементах  
ВДМ

період	Середня довжина черг									
	Міст		Перехрестя у різних рівнях		Регульоване перехрестя		Перехрестя з кільцевим рухом		Перегін	
	м	%	м	%	м	%	м	%	м	%
08.00	1700	36,6	800	17,2	1850	39,8	300	6,5	-	-
09.00	6100	15,9	4450	11,6	25050	65,3	500	1,3	2250	5,9
10.00	4850	16,8	3800	13,1	18000	62,2	250	0,9	2050	7,1
13.00	300	1,8	250	1,5	14800	91,1	-	-	900	5,5
14.00	300	1,3	-	-	19500	82,3	-	-	3900	16,5
15.00	1000	3,6	-	-	22900	82,8	1100	4,0	2650	9,6
17.00	2600	12,6	2200	10,6	15300	73,9	600	2,9	-	-
18.00	4600	21,3	3900	18,1	10800	50,0	1600	7,4	700	3,2
19.00	8500	15,2	7500	13,4	35600	63,7	2900	5,2	1400	2,5

У робочі дні тижня в м. Києві спостерігається різке збільшення транспортних засобів на вулицях: у ранковий час із 08.30 до 09.30 і у вечірній час - з 18.00 до 19.00. Слід відмітити, що увечері завантаження вулиць ТЗ на 1,5 рази більше, ніж у ранці.

Аналізуючи особливості утворення черг на вулично-дорожній мережі міста Києва, треба звернути увагу на те, що випадкові затримки та черги, які утворені внаслідок ДТП або виконання дорожніх робіт, складають 17,4 %, а постійні, де спостерігаються щоденні затримки руху транспорту, складають 82,6%.

У місті Києві, за період обстеження, було виділено 10 найбільш проблемних місць (рис. 3.15), де транспортні черги спостерігаються більше шести годин протягом доби.

Відповідні місця потребують негайної реконструкції або інженерно-технічного переоснащення. Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що у даних місцях, при наявності недостатньої ширини проїзної частини, черги не можуть бути повністю ліквідовані за допомогою лише адміністративних заходів або заходів із організації дорожнього руху. Тому для забезпечення ефективної роботи всієї вулично-дорожньої мережі першочерговим завданням є приведення її технічного стану, а

точніше, окремих її елементів, до потреб руху ТЗ, враховуючи умови їхнього завантаження.

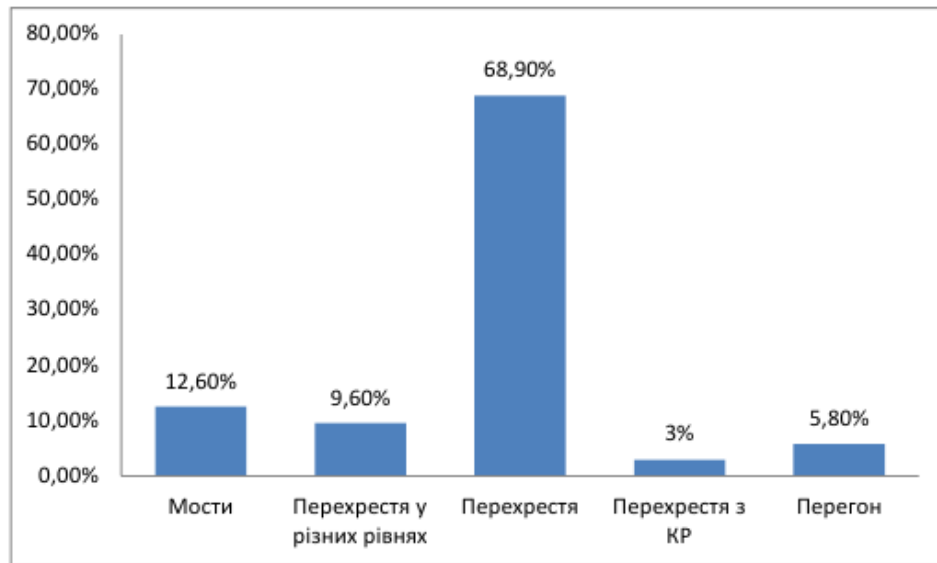


Рисунок 3.12 - Розподіл черг з ТЗ у м. Києві відповідно до елементів ВДМ, на яких вони утворилися

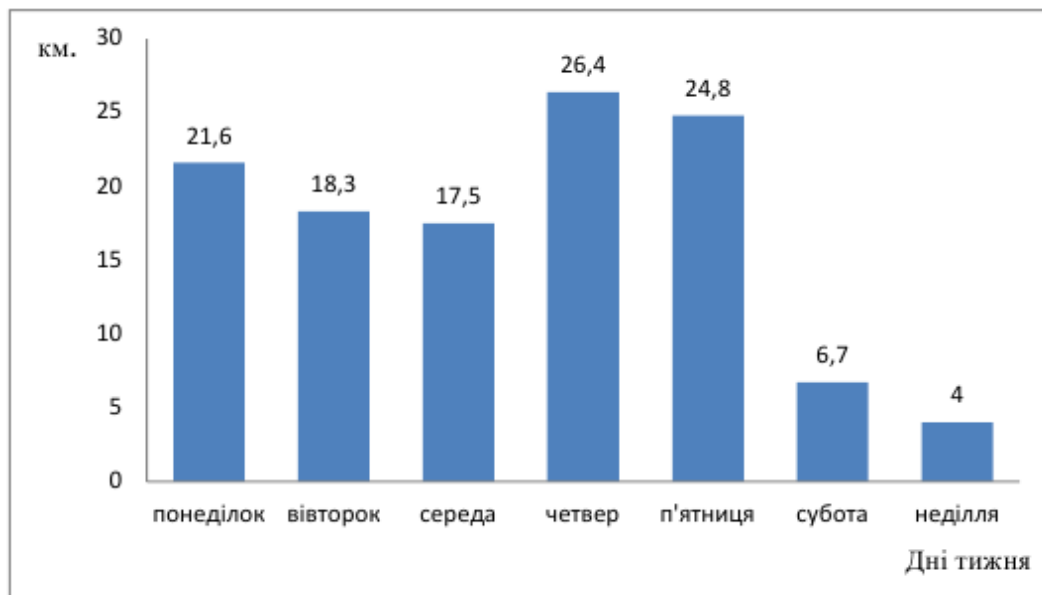


Рисунок 3.13 - Середня довжина черг на вулицях м. Києва по днях тижня



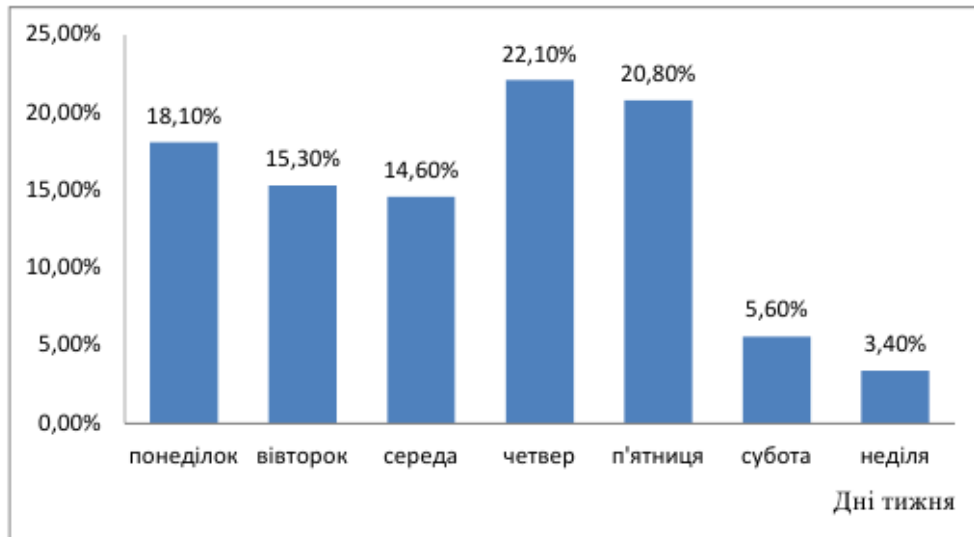


Рисунок 3.14 - Розподіл довжини черг у відсотковому відношенні по днях тижня

На вулицях міста Києва постійно у транспортних чергах, які спричинені заторами, в середньому перебуває 7500 транспортних засобів, що призводить до суттєвих економічних втрат.

Виходячи з результатів проведеного дослідження, було виявлено, що 69% черг на ВДМ міста Києва утворюються на регульованих перехрестях, 13% - на мостових переходах, 9% - на транспортних розв'язках у різних рівнях, 6% - на перегонах. Звідси, найбільш проблемними місцями, які призводять до виникнення транспортних черг є саме перехрестя міських вулиць із регульованим рухом.

Аналіз результатів дослідження показав, що 69% черг на дорожньо-транспортній мережі Києва утворюються на регульованих перехрестях, 13% - на мостових переходах, 9% - на транспортних розв'язках у різних рівнях та 6% - на перегонах. Отже, найбільш проблемними є регульовані перехрестя міських вулиць.



- Місце, де затор (транспортна конгестія) спостерігається більше шести годин протягом доби
- Місце, де затор (транспортна конгестія) спостерігається від однієї до трьох годин протягом доби

Рисунок 3.15 - Місця утворення заторів (транспортної конгестії) на ВДМ

## ВИСНОВКИ

1. Доведено, що найбільш суттєвим завданням у розв'язанні проблем транспортних систем міст є підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі. Виявлено, що саме ця мережа є основною складовою всієї транспортної системи міста, а несумісність (несправність) її функціонування у забезпеченні зручного, безпечного та комфортного зв'язку між її складовими елементами призводить до погіршення якості життя населення та функціонування підприємств та організацій.

2. Подана класифікація зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на функціонування вулично-дорожньої мережі міст, включає дорожні, містобудівні, транспортно-експлуатаційні, природно-кліматичні, людські та соціально-економічні фактори.

3. Аналіз світової практики методів, спрямованих на поліпшення умов функціонування вулично-дорожньої мережі міст, дозволив розробити класифікацію заходів поліпшення умов функціонування цієї мережі, зокрема законодавчо-нормативні, містобудівні та технічні заходи.

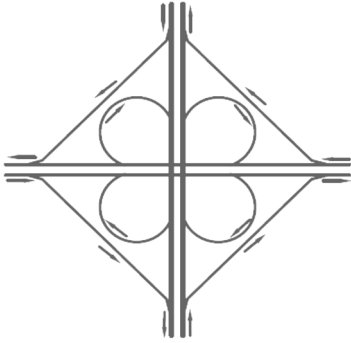
4. Для максимальної ефективності роботи вулично-дорожньої мережі міста необхідно впровадити інтелектуальну систему управління вулично-дорожнім рухом, яка базується на миттєвій реакції на транспортні проблемні ситуації, прийнятті рішень та визначенні оптимального маршруту на рівні окремого транспортного засобу.

5. Під час досліджень стосовно спостереження за вулично-дорожньою мережею великих та найбільших міст України було встановлено, що 75-85% транспортних черг та заторів утворюються щоденно в тих самих місцях та з однієї причини.

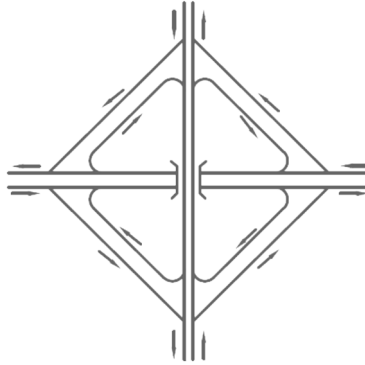
## ДОДАТОК А

## Найбільш розповсюджені конструктивні варіанти транспортних рішень

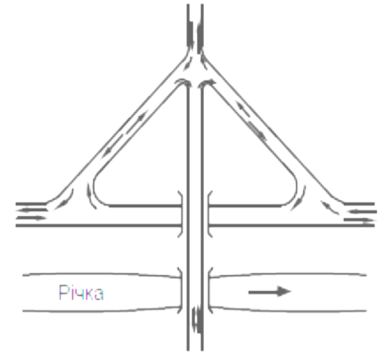
1



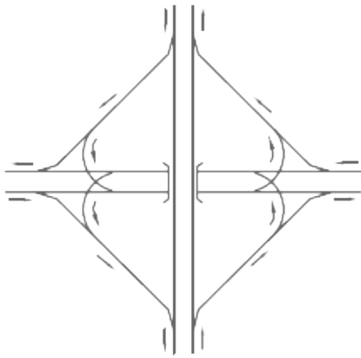
2



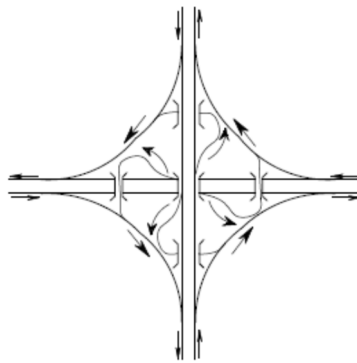
3



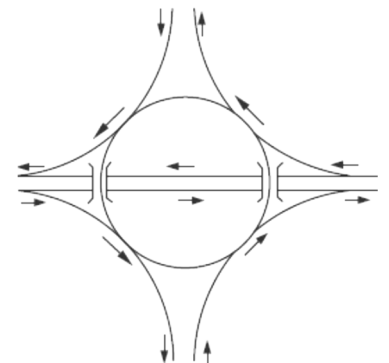
4



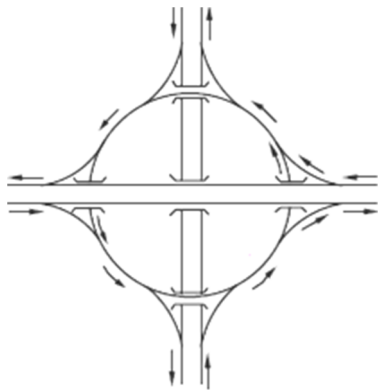
5



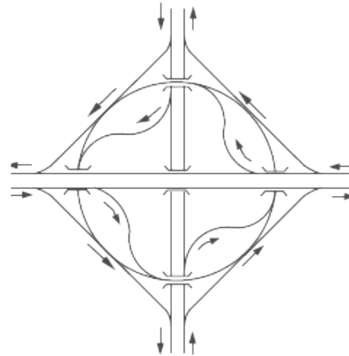
6



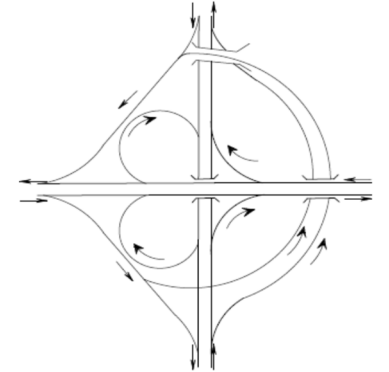
7



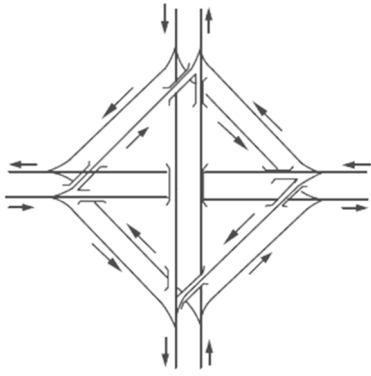
8



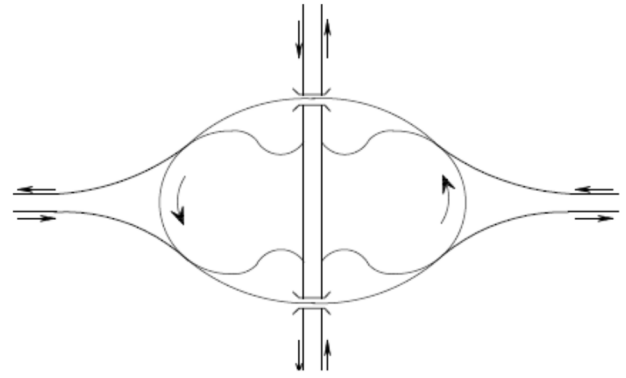
9



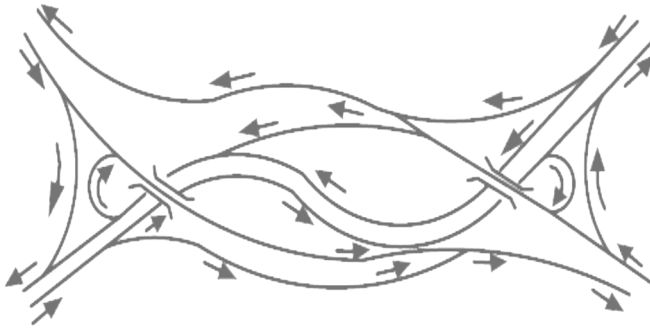
10



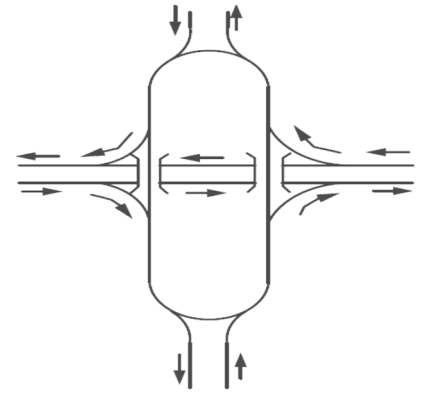
11



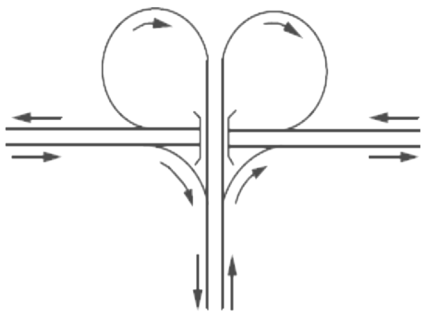
12



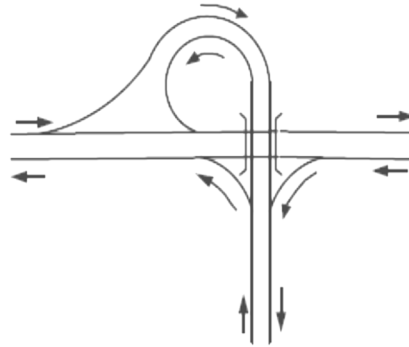
13



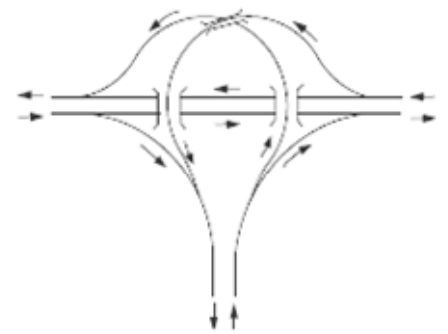
14



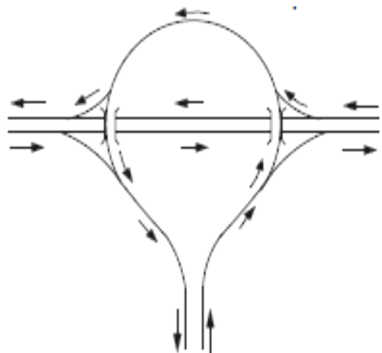
15



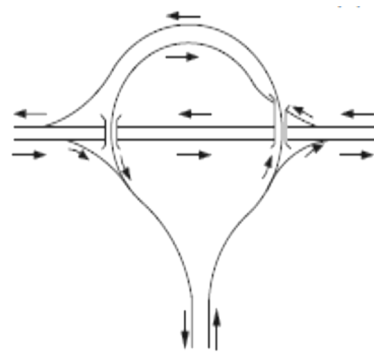
16



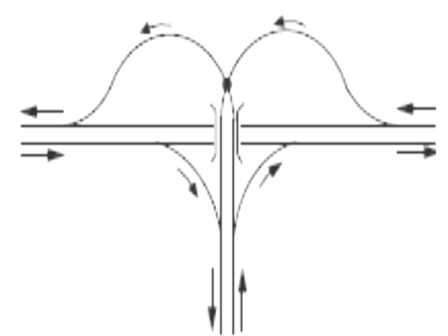
17

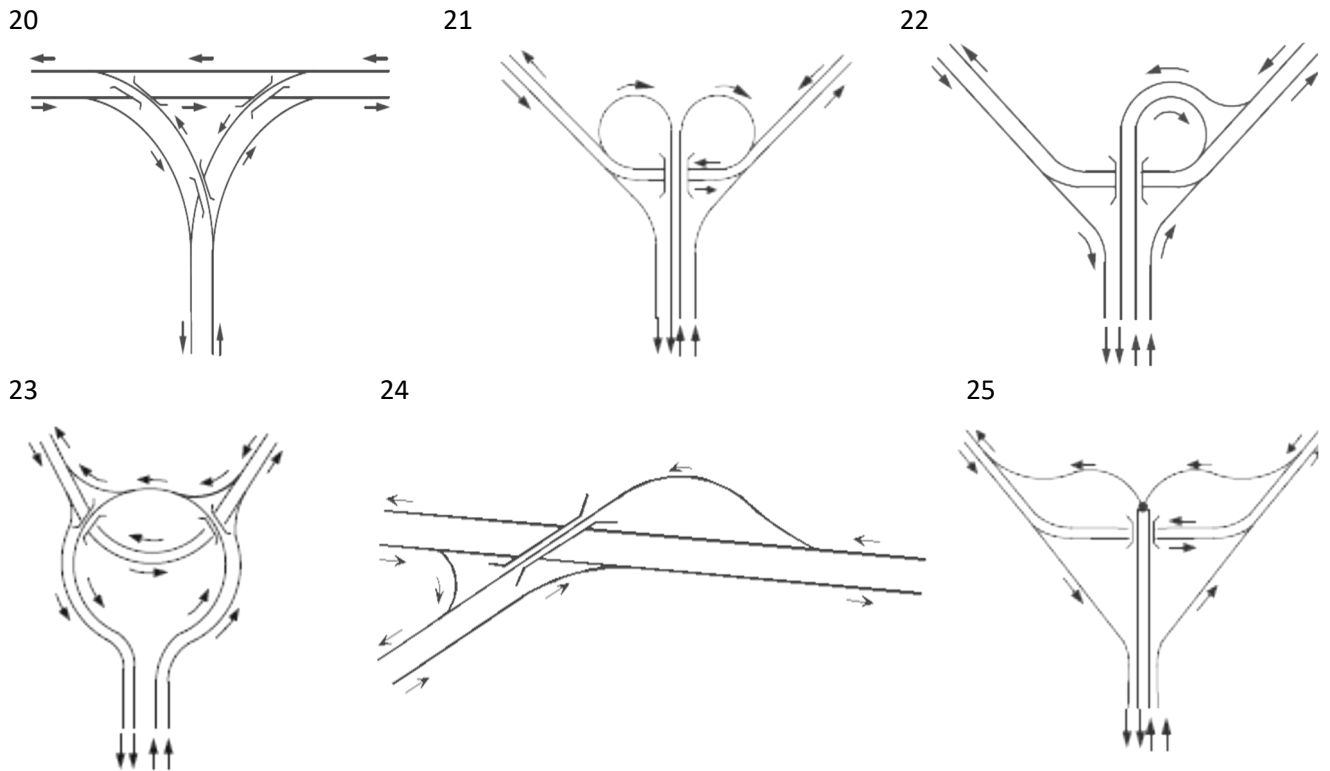


18



19





Перехрещення: 1 – «лист конюшини» з односторонніми з'їздами;  
 2 – те саме, з двосторонніми з'їздами;  
 3 – неповний "лист конюшини" передмостова;  
 4 – неповний «лист конюшини»;  
 5 – крючкоподібний тип;  
 6 – розподільне кільце з двома шляхопроводами;  
 7 – те саме, з п'ятьма шляхопроводами;  
 8 – поліпшене розподільне кільце;  
 9 – грушоподібний тип; 10 – ромбоподібний тип;  
 11 – подвійна петля;  
 12 – лінійний тип перехрестя з двома шляхопроводами;  
 13 – витягнуте розподільне кільце.

Примикання: 14 – листоподібний тип;  
 15 – примикання типу "труба";  
 16 – грибоподібний тип; 17 – кільцевий тип;  
 18 – грушоподібний тип;  
 19 – половина неповного «листа конюшини»;  
 20 – Т-подібний тип.

Розгалуження: 21 – листоподібний тип;  
 22 – розгалуження типу «труба»;  
 23 – кільцевий тип;  
 24 – лінійний тип;  
 25 – половина неповного «листа конюшини».

## ДОДАТОК В

## Схеми улаштування острівців безпеки

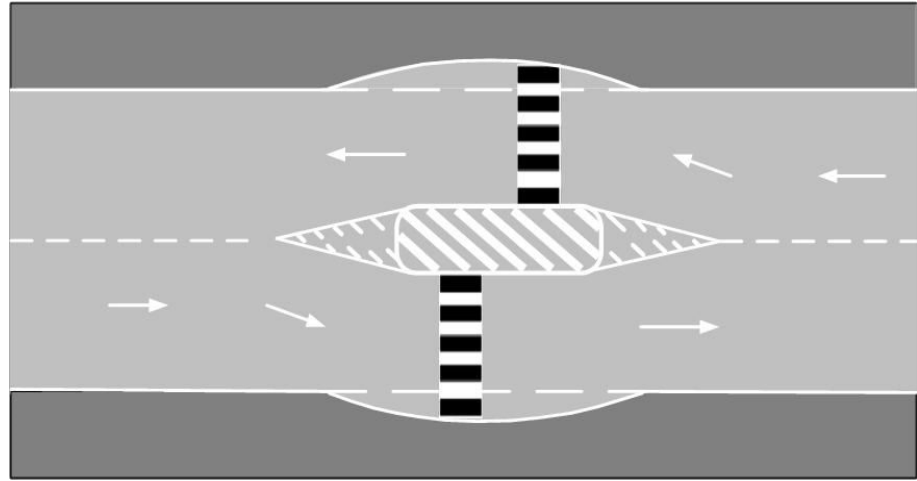


Рисунок – В.1

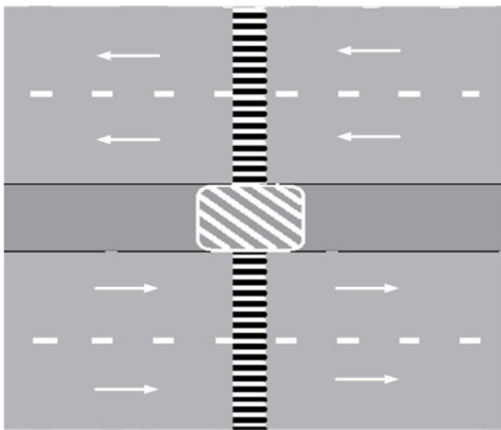


Рисунок – В.2

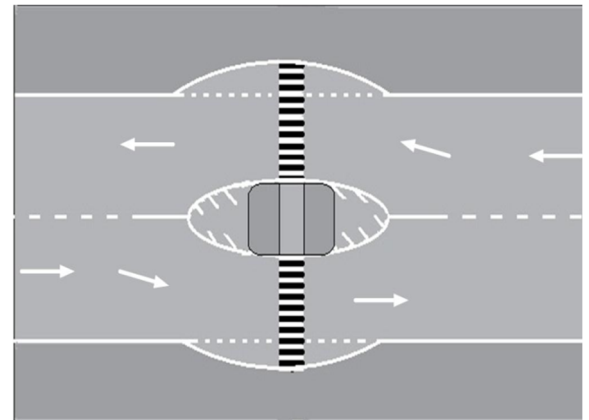


Рисунок – В.3

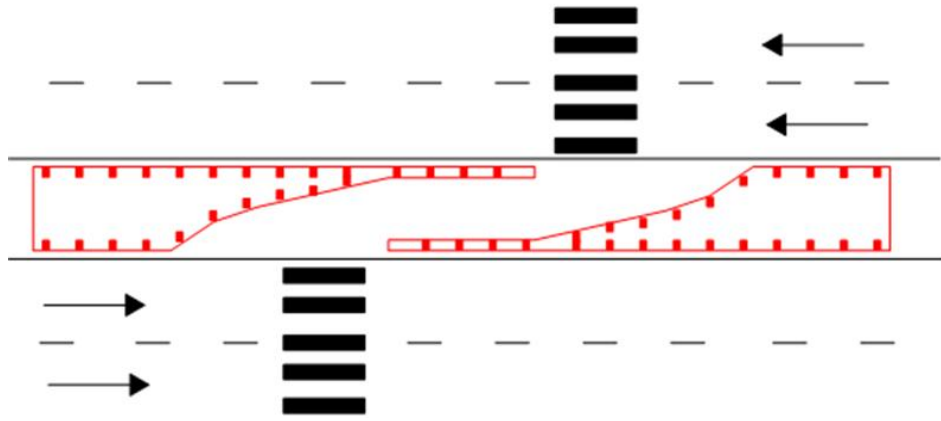


Рисунок – В.4

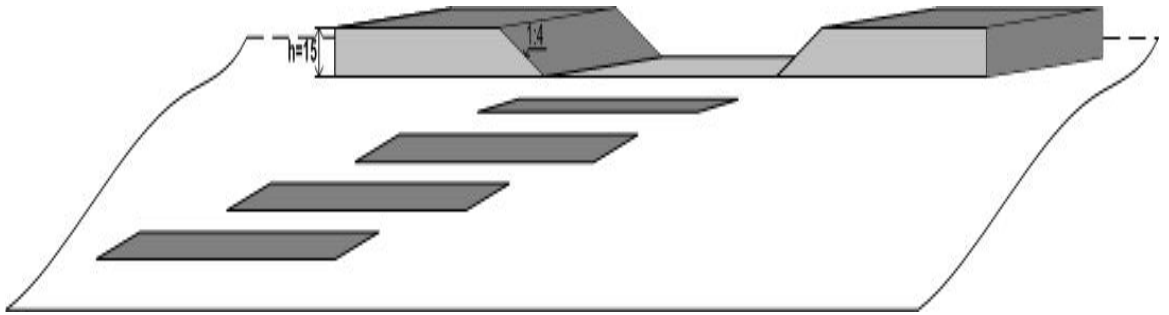


Рисунок – В.5



## ДОДАТОК Г

## Інфраструктура для велосипедистів на автомобільних дорогах загального користування

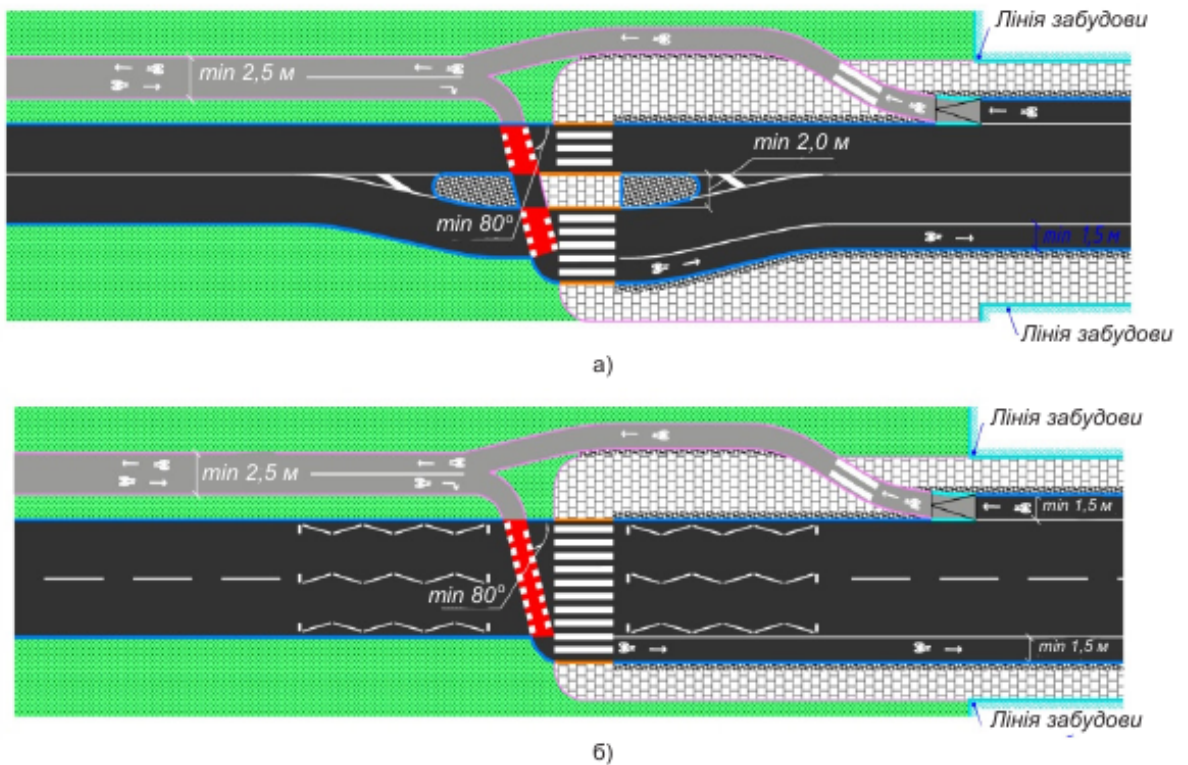


Рисунок Г.1 – Організації руху велосипедного транспорту на в'їздах до населених пунктів з острівцями безпеки (а) та без них (б)

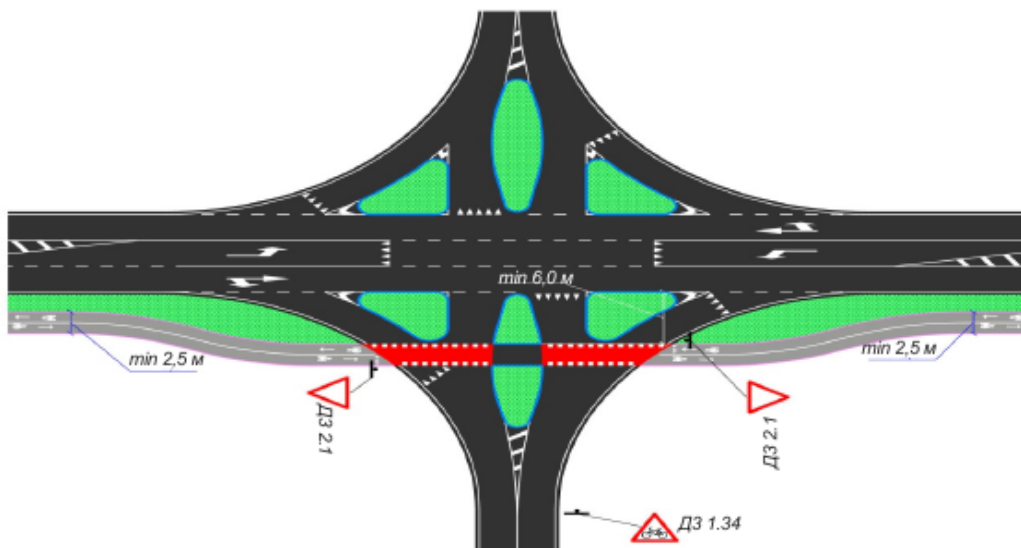
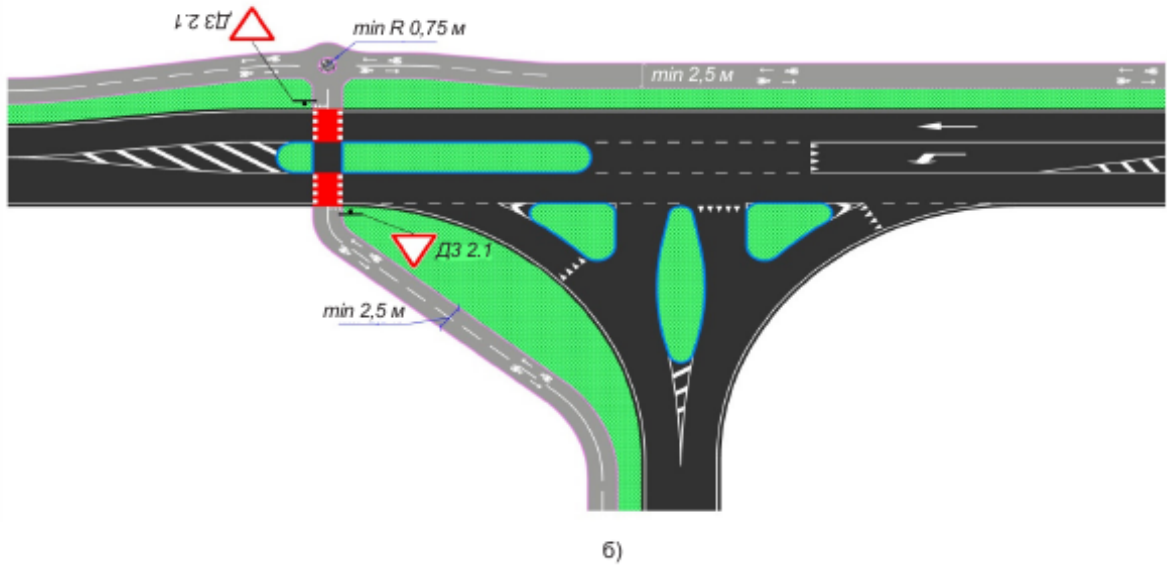


Рисунок Г.2 – Проектування велосипедної доріжки на перехресті автомобільних доріг загального користування:

а) перетин велосипедної доріжки з другорядною дорогою;



б) перетин велосипедної доріжки з головною дорогою

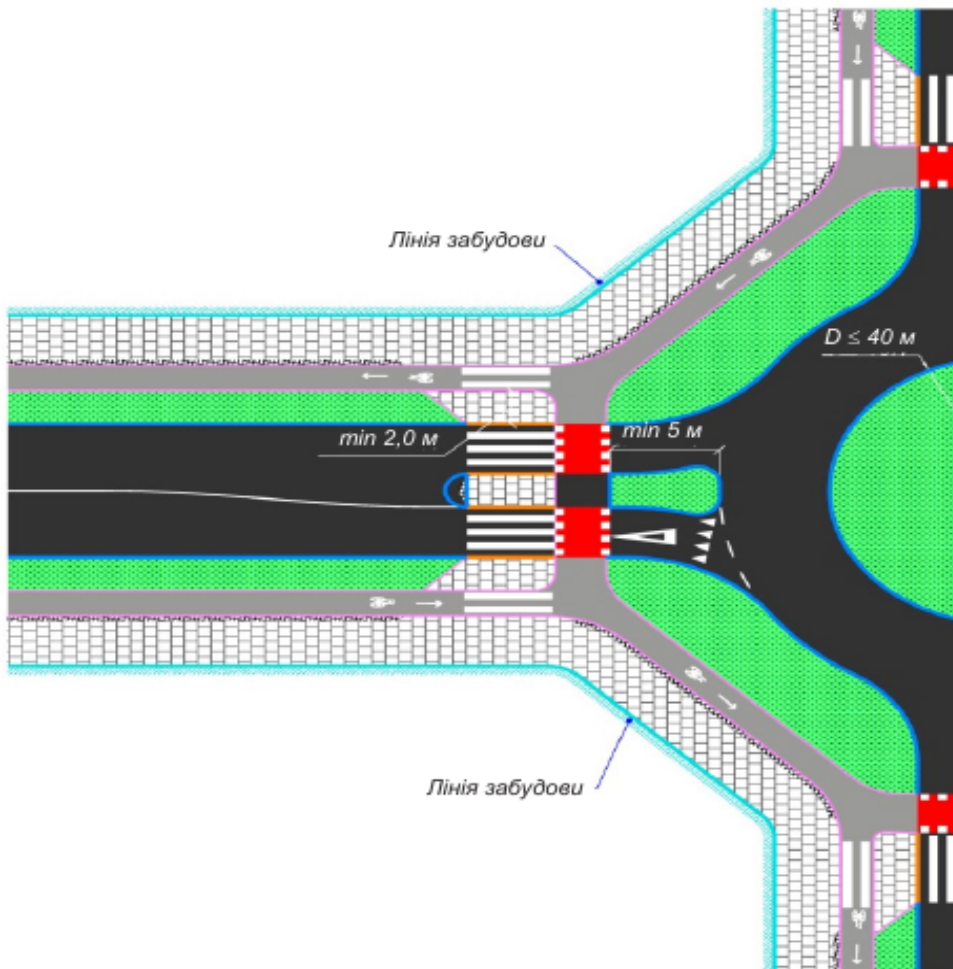


Рисунок Г.3 – Приклад улаштування велосипедних доріжок на кільцевих розв'язках у межах населеного пункту

ДОДАТОК Д  
ВЕЛОСИПЕДНА ІНФРАСТРУКТУРА НА КІЛЬЦЕВИХ РОЗВ'ЯЗКАХ  
ВУЛИЦЬ І ДОРІГ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

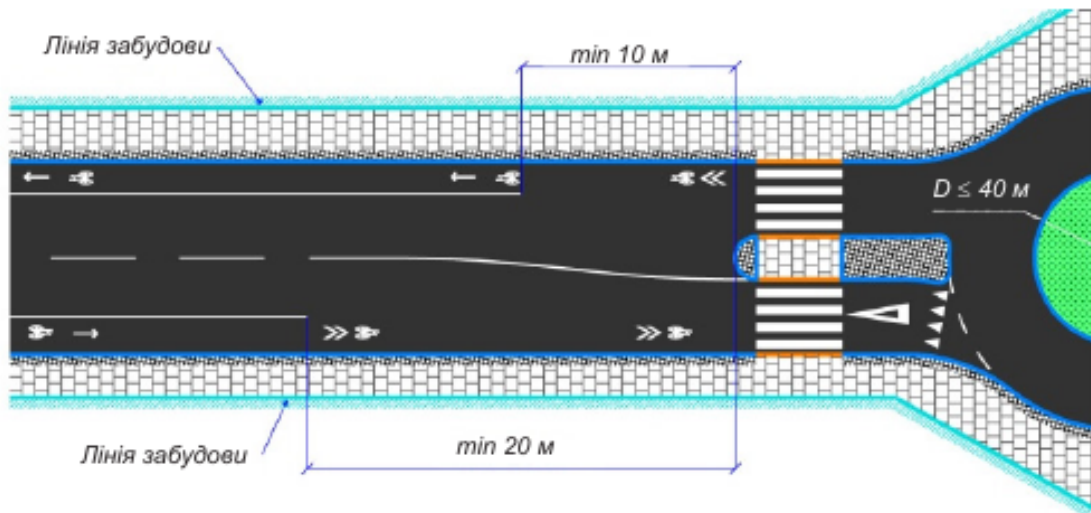


Рисунок Д.1 – Змішаний рух на кільцевій розв'язці з рекомендованим велосипедним коридором на підході до перехрестя

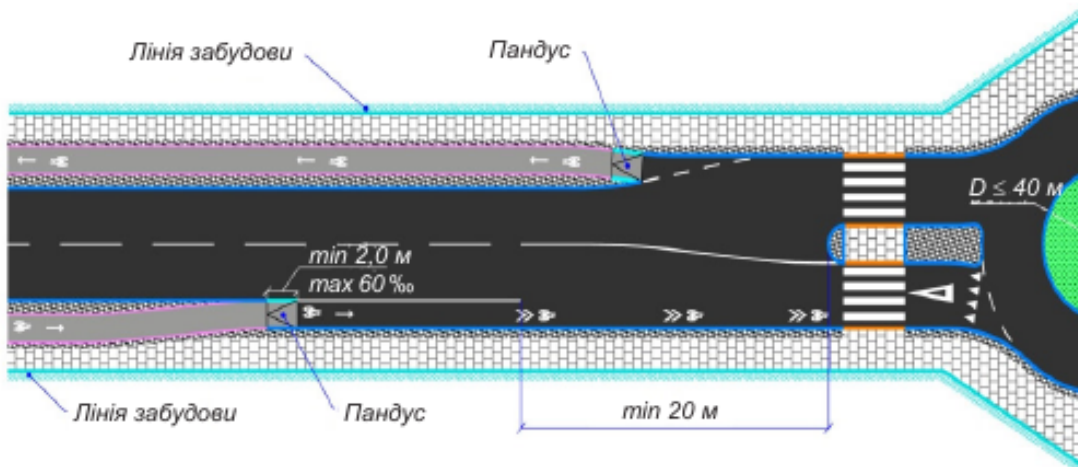


Рисунок Д.2 – Змішаний рух на кільцевій розв'язці з велосипедною доріжкою на підході до перехрестя

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ. ім. О. М. Бекетова, 2021. 270 с.
2. Ткачук О. А. Міське господарство : навч. посібник / О. А. Ткачук. – Рівне : НУВГП, 2018. – 244
3. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій. Чинний від 2019-10-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 185 с. (Державні будівельні норми України).
4. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Чинний від 2018-09-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 55 с. (Державні будівельні норми України).
5. ДБН Б.1.1-15:2012. Склад і зміст генерального плану населеного пункту. Чинний від 2012-07-13. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 50 с. (Державні будівельні норми України).
6. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки та гаражі для легкових автомобілів. Чинний від 2007-08-01. Київ : Мінбуд України, 2007. – 36 с. (Державні будівельні норми України).
7. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво, затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 21.09.2015 № 234.
8. Гел Й. Міста для людей / Й. Гейл . Київ : Основи, 2018. 280 с.
9. Астапенко А.В. Моделювання пішохідних потоків / А.В. Астапенко В.Л Швецов, М.М. Осетрін, Д.О. Безпалов. // Містобудування та територіальне планування. К.: КНУБА, 2003. Вип. 41.С. 23-30.
10. ДСТУ Б.Б.1.1-17:2013 Умовні позначення графічних документів містобудівної документації. Чинний від 2014-01-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 100 с. (Державні стандарти України).

11. ДСТУ 2587:2010. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила користування. Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. 50 с.
12. ДСТУ 2735-94. Огородження дорожні. Правила використання. Вимоги безпеки дорожнього руху. [Чинний від 2010-01-01]. Київ Мінрегіонбуд України, 2010. 50 с.
13. ДСТУ Б В.2.3-9-2003. Пристрої дорожні напрямні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-07-01]. Київ, Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2003. 33 с.
14. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. Київ, Мінрегіон України, 2018. 133 с.
15. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ, Мінрегіон України, 2018. 64 с.
16. ГБН В.2.3-37641918-555:2016 Автомобільні дороги. Транспортні розв'язки в одному рівні. Проектування, затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 21.03.2016 № 114
17. ДБН А.2.2-1–2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.
18. Белятинський А.О. Забезпечення безпеки дорожнього руху на перехрестях міських вулиць./ А.О. Белятинський, О.В. Степанчук, Д.Б.Васюкович, К.В. Краюшкіна // Проблеми підвищення рівня безпеки, комфорту та культури дорожнього руху: III Міжнародна науково-практична конференція, 16-17 квітня 2013 р. .: тези доповіді. – Х.: ХНАДУ, 2013. – С.177-178.
19. Генеральний план розвитку м. Києва та його приміської зони до 2025 року (проект) [Електронний ресурс] // Київ. 2015. Режим доступу до ресурсу <https://drive.google.com/file/d/0VxbGBoNdb1j6TTRuS3RMQjFINTA/view>.
20. Доля В.К. Транспортные потоки и противозаторные мероприятия на сети города / В.К. Доля, А.О. Лобашов, А.В. Прасоленко, С.Б. Дульфан/

Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. Донецьк, ДААТ, Вип. 3, 2012. С. 12-16.

21. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху /[В.М. Першаков, А.О. Белятинський, О.В. Степанчук, Р.В. Кротов]. Київ: Національний авіаційний університет, 2015. 176 с

22. Загоруй О.О. Вплив паркування транспорту на пропускну здатність вулично-дорожньої мережі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 "Транспортні системи"/ О. О. Загоруй. Київ, 2007. 20 с.

21. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво, затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 21.09.2015 № 234.

22. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” №1264-ХІІ від 25 червня 1991 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.

23. Закон України “Про регулювання містобудівної діяльності ” № 3038-VІ від 17 лютого 2011 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>.

24. Закон України «Про автомобільний транспорт» № 2344-ІІІ від 05 квітня 2001 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2344-14>.

25. Закон України «Про автомобільні дороги» № 3235-ІV від 20 грудня 2005 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2862-15>.

26. Закон України «Про архітектурну діяльність» № 687-ХІV від 20 травня 1999 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. – Режим доступу :<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/687-14>.

27. Закон України «Про благоустрій населених пунктів» № 2807-IV від 06 вересня 2005 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2807-15>.

28. Закон України «Про екологічну експертизу» № 45/95-ВР від 02 лютого 1995 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верховної Ради України. Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/45/95-%D0%B2%D1%80>.

29. Закон України «Про землеустрій» № 858-IV від 25 жовтня 2011 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верховної Ради України. Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/858-15>.

30. Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» № 163-XIV від 6 жовтня 1998 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%80>.

31. Закон України «Про основи містобудування» № 2781-XII від 1 листопада 1992 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2780-12>.

32. Закон України «Про транспорт» № 232/94-ВР від 10 листопада 1994 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80>.

33. Запорожцева О.В. Удосконалення принципів визначення пропускної спроможності багатосмугових автомагістралей: Дис. канд. техн. наук: 05.22.11 / Запорожцева Олена Володимирівна. Харків, 2016. 145 с.

34. Постанова Верховної Ради України «Про затвердження Концепції сталого розвитку населених пунктів» № 1359-XIV від 24 грудня 1999 року [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1359-14>.

35. Постанова Кабінету Міністрів України «Про забезпечення реалізації Закону України «Про Генеральну схему планування території України» №1291 від 29 серпня 2002 року [Електронний ресурс] // Відомості

Верховної Ради України (ВВР). Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1291-2002-%D0%BF>.

36. Постанова Кабінету Міністрів України «Про містобудівний кадастр» №559 від 25 травня 2011 року [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show /559-2011-%D0%BF>

37. Правила дорожнього руху України / укладач С.Ф. Зеленін. Київ Ігнатекс-Україна, 2013. 80 с.

38. Рекомендації з організації руху велосипедного транспорту (Empfehlungen für dverkehrsanlagen, ERA), переклад українською німецьким товариством міжнародного співробітництва GIZ / [Маркус Лернер, Данкмар Альтрутц, Райнголь Байер, Петер Гвезда, Міхаель Гаазе та ін.]. м. Кельн, Німеччина: Робоча група з проектування вулиць, 2010. 103 с.

39. Приймаченко О.В. Містобудівні принципи і методи утримання вулично-дорожньої мережі міста: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.20 "Містобудування та територіальне планування"/ О.В. Приймаченко. Київ, 2007. 16 с.

40. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2018. [Чинний від 2018 – 09 – 01]. К.: Мінрегіон України, 2018. 179 с.

41. Рейцен Є. О. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник / Є. О. Рейцен. – Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна, 2014. 454 с.

42. Солуха І.Б. Методи урбоекологічної оцінки транспортно-планувальних вузлів на вулично-дорожній мережі крупних міст (на прикладі міста Києва) : дис. канд. техн. наук: 05.23.20 / Солуха Ігор Борисович. Київ, 2016. 185 с.

43. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2018. [Чинний від 2018 – 09 – 01]. Київ: Мінрегіон України, 2018. 55 с.

44. Стародуб І. В. Тенденції зміни та прогноз умов функціонування вулично-дорожньої мережі / І.В. Стародуб // Містобудування та



територіальне планування: наук.-техн. зб. Київ: КНУБА, 2006. Вип. 23. С. 252–261.

45. Степанчук О.В. Особливості розподілення транспортних потоків на основі оцінки стану вулично-дорожньої мережі / О.В. Степанчук, В. В. Кузьменко // Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. К.: НАУ, 2014. Вип. 2(12). С. 475-485.

46. Степанчук О.В. Ефективні методи розподілення транспортних потоків на вулично-дорожній мережі в сучасних умовах / О.В. Степанчук, // Вісник Інженерної академії України. 2013 -Вип. 3-4. С. 171-174.

47. Степанчук О.В. Моделювання транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міст/ О.В. Степанчук, Є.О. Рейцен, А.О. Белятинський // Автошляховик України-2009. №6. С.31-34.

48. Систематологія на транспорті. Організація дорожнього руху. / [Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.]. Київ. Знання України, 2007. 452 с.

49. NACTO Urban Bikeway Design Guide / National Association of City Transportation Officials. New York, 2012. 244 p.

50. Focus on Cycling: Copenhagen Guidelines for the Design of Road Projects / City of Copenhagen, technical and environmental administration, traffic department. Copenhagen, 2011. 24 p.

51. Akgungor Ali Payidar. Analytical models of delay estimation at signalized intersections for variable demand and time conditions: Ph. D. dissertation / Akgungor Ali Payidar. - Pittsburgh, 1998. 242 p.

52. Appraisal of Sustainability of Transport Infrastructure Plans and Programs [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.piarc.org/en/order-library/25808-enAppraisal%20of%20Sustainability%20of%20Transport%20Infrastructure%20Plans%20and%20Programs>.

53. Barabasi A. Degree Distribution [Електронний ресурс] / A.-L. Barabasi. 2015. Режим доступу до ресурсу: <http://barabasi.com/networksciencebook/>.

54. Barrat A. The architecture of complex weighted networks/A. Barrat, M. Barthélemy, R. Pastor-Satorras, A. Vespignani // PNAS March, 2004. – Vol. 101(11).- P. 3747–3752.
55. Barton H. Healthy Urban Planning / H. Barton, C. Tsourou. – WHO Regional Office for Europe / London & New York: Spon Press, 2000. – 212 p. 340
56. Caprasso Axel. Verkehrs gemeinschaft. Verkehrsverbund und die Praxis / Axel Caprasso. – Berlin, (Publishing Thresher), 1993. P. 34–35.
57. Daganzo C. Remarks on Traffic Flow Modeling and Its Applications [Электронный ресурс] / C. F. Daganzo // Traffic and Mobility. – 1999. – Режим доступа до ресурсу: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-60236-8\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-60236-8_7).
58. Daganzo U. K. Fundamentals of Transportation Engineering and Traffic Operations / U. K. Daganzo// Pergamon Press-Elsevier Science. – Oxford, 1997. Pp. 11-20 and 25-29.
59. Damrath R. Simulation of traffic dynamics [Электронный ресурс] / R. Damrath, M. Rose, P. Milbradt // University Hannover, Germany. 2002. Режим доступа до ресурсу: <http://martinrose.net/pdf/Iran2002.pdf>.
60. Derrible S. The properties and effects of metro network Designs : D.Ph / Derrible Sybil Jean-Marie – Toronto, 2010. – 220 p.
61. Dhingra S. L. Traffic Flow Theory Historical Research Perspectives [Электронный ресурс] / S. L. Dhingra. 2008. Режим доступа до ресурсу: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec149.pdf>.
62. Erlemann K. Objektorientierte mikroskopische Verkehrssimulation : Dr.-Ing / Erlemann Kai – Bochum, 2009. 155 p.
63. Gabriel S.A., Bernstein D. The traffic equilibrium problem with nonadditive path costs //Transportation Science. 1997. Vol. 31, № 4. P. 337–348.
64. Harding J. Modellierung und mikroskopische Simulation des Autobahnverkehrs : Dr.- Ing / Harding Jochen Bochum, 2007. 204 с.
65. Highway Capacity Manual. Washington: U. S. Department Commerce, Bureau Public Roads, 2000. 690 p.

## ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи  
другого (магістерського) рівня вищої освіти,  
виконаної на тему «Особливості проектування елементів вулично-дорожньої  
мережі міст України»  
здобувачем групи 8.1922-мбг  
Олійником Юрієм Олександровичем  
(П.І.Б. здобувача у орудному відмінку)

Актуальність дослідження. Актуальність дослідження особливостей проектування елементів вулично-дорожньої мережі міст України має велике значення для розвитку міських територій, покращення умов життя громадян та впровадження сучасних технологій у транспортну систему. Особливості проектування елементів вулично-дорожньої мережі" визначається наявністю ряду важливих проблем та викликів у сфері міської інфраструктури.

Проектування елементів вулично-дорожньої мережі має стратегічне значення для розвитку міст, оскільки це впливає на безпеку, зручність і сталість функціонування міського простору. Оптимальне проектування дозволяє вирішувати проблеми транспортних заторів, затримок і збільшує потенціал для розвитку сталого та ефективного транспортного руху. Проектування елементів мережі враховує питання безпеки дорожнього руху та вплив на екологію, що є важливими чинниками для забезпечення сталого розвитку міст.

Відповідність виконаної кваліфікаційної роботи завданню. Кваліфікаційна робота на тему: «Особливості проектування елементів вулично-дорожньої мережі міст України» повністю відповідає завданню.

Ефективність використаних методик. Запропоновані в кваліфікаційній роботі науково-практичні рішення мають глибоке обґрунтування, повнота розкриття теми та наявність багатоваріантності доводять ефективність використаних методик досліджень.

Рівень застосування здобутих у процесі навчання теоретичних знань та підготовки до виконання наукових досліджень. Коректно використані наукові методи для аналізу проблем та обґрунтування рішень з теми предмета професійної діяльності. Рівень застосування здобутих у процесі навчання теоретичних знань та підготовки здобувача другого рівня вищої освіти відповідає прийнятим вимогам.

Вміння логічно, послідовно та аргументовано викладати матеріал і робити висновки. Кваліфікаційна робота викладена послідовно, три розділи логічно взаємопов'язані між собою та підтверджені аргументованими матеріалами.

Кожен розділ має чітко визначені завдання та допомагає досягти загальної мети дослідження. Висновки є послідовними та аргументованими, відображають основні дослідження та результати кваліфікаційної роботи.

Вміння самостійно вирішувати практичні та наукові задачі. Наукова робота виконана автором самостійно на достатньо професійному рівні, вирішує практичні та наукові задачі є творчою й оригінальною.

Не виявлення (виявлення) в роботі елементів плагіату та копіляції. Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Недоліки в роботі (у разі необхідності). В роботі зустрічаються неточності перекладу та друкарські помилки.

Загальні оцінки виконаної кваліфікаційної роботи, відповідності якості підготовки здобувача вищої освіти вимогам ОПП і можливості присвоєння йому відповідної кваліфікації; інші питання, які характеризують професійні якості здобувача вищої освіти.

Кваліфікаційна робота є практичним дослідженням, відзначається своєю важливістю та високим рівнем виконання. Його цінність полягає в розробці класифікації заходів для поліпшення умов функціонування міської вулично-дорожньої мережі, з виділенням містобудівних, технічних та адміністративних заходів.

Кваліфікаційна робота здобувача другого рівня вищої освіти Олійника Юрія Олександровича на тему: «Особливості проєктування елементів вулично-дорожньої мережі міст України» за актуальністю, обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичним значенням відповідає спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 – Архітектура та будівництво) та вимогам ОПП «Міське будівництво та господарство»,

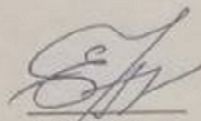
Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Кваліфікаційна робота виконана у повному обсязі, відповідає встановленим вимогам і заслуговує позитивної оцінки, а її автору, Олійнику Юрію Олександровичу, може бути присвоєна кваліфікація магістра з будівництва та цивільної інженерії.

Кількість балів за шкалою ECTS 5 відмінно  
(1-2 – "задовільно", 3-4 – "добре", 5 – "відмінно")

Керівник кваліфікаційної роботи

Кандидат техн. наук, доцент  
(науковий ступінь, посада)

  
(підпис)

Фостащенко О.М.  
(ініціали, прізвище)

## РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу  
другого (магістерського) рівня вищої освіти,  
виконаної на тему «Особливості проектування елементів вулично-дорожньої  
мережі міст України»  
здобувачем групи 8.1922-мбг  
Олійником Юрієм Олександровичем

Актуальність дослідження. Актуальність вивчення особливостей проектування елементів вулично-дорожньої мережі міст України визначається існуванням ряду значущих проблем та викликів у галузі міської інфраструктури. Проектування складових частин вулично-дорожньої мережі є стратегічно важливим для розвитку міст, оскільки воно впливає на безпеку, зручність та стійкість функціонування міського простору. Оптимальне планування дозволяє вирішувати проблеми транспортних заторів, затримок і збільшує потенціал для розвитку сталого та ефективного транспортного руху. Проектування елементів мережі враховує аспекти безпеки дорожнього руху та його вплив на екологію, що є ключовими факторами для забезпечення сталого розвитку міст.

Обґрунтованості висновків та пропозицій. Кваліфікаційна робота виконана на високому науковому рівні, вивчення даної проблеми є широко виваженою, застосовані загальнонаукові методи досліджень, наявні елементи наукової новизни. Висновки є обґрунтованими та послідовними, відображають основні результати кваліфікаційної роботи.

Використання наукових методів дослідження. Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, монографії, дисертаційні рукописи, збірки тез доповідей науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек.

Вміння студента чітко, грамотно і аргументовано викладати матеріал, правильно оформлювати його. Кваліфікаційна робота виконана послідовно, тема розкрита повністю, розділи пов'язані між собою, застосовані комп'ютерні технології, матеріал чіткий та має наукову стилістику, оформлення технічно грамотне.

Участі студента у проведених дослідженнях, теоретичній та аналітичній обробці отриманих результатів. Магістрат Олійник Юрій Олександрович активно приймав участь у проведених дослідженнях, теоретичній та аналітичній обробці отриманих результатів. Запропоновані в кваліфікаційній роботі науково-практичні рішення мають глибоке обґрунтування, повнота розкриття теми доводять ефективність використаних методик досліджень.

Якість виконання. Кваліфікаційна робота викладена послідовно, три розділи логічно взаємопов'язані між собою та підтверджені аргументованими матеріалами. Кожен розділ має чітко визначені завдання та допомагає досягти загальної мети дослідження. Висновки є послідовними та аргументованими, відображають основні дослідження та результати кваліфікаційної роботи.

Не виявлення (виявлення) в роботі елементів плагіату та компіляції. Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Можливості впровадження результатів роботи. Результати роботи мають практичну значимість, результати відповідають високому рівню реальності, пропозиції мають перспективний характер. За темою роботи опубліковані тези доповіді у науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів.

Недоліки роботи. По тексту в кваліфікаційній роботі зустрічаються неточності перекладу та друкарські помилки.

Оцінки кваліфікаційної роботи і можливості присвоєння здобувачу вищої освіти відповідної кваліфікації.

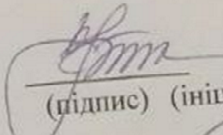
Кваліфікаційна робота здобувача другого рівня вищої освіти Олійника Юрія Олександровича на тему: «Особливості проектування елементів вулично-дорожньої мережі міст України» за актуальністю, обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичним значенням відповідає спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 – Архітектура та будівництво) та вимогам ОПП «Міське будівництво та господарство».

Кваліфікаційна робота виконана на високому рівні і заслуговує оцінки відмінно. встановленим вимогам і заслуговує позитивної оцінки, а її автору Олійнику Юрію Олександровичу, може бути присвоєна кваліфікація магістра з будівництва та цивільної інженерії.

Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

**Кількість балів за шкалою ECTS** відмінно / 95/A

Рецензент кваліфікаційної роботи  
професор кафедри промислового  
та цивільного будівництва, докт. техн. наук  
(науковий ступінь, посада)

  
(підпис) В. А. Банах  
(ініціали, прізвище)