

**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: «Конструктивні особливості вибору планувальних рішень
проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях»

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

Бугрім Роман Вікторович

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 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Бугрім Роману Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) Конструктивні особливості вибору планувальних рішень проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях

керівник роботи Фостащенко Олена Миколаївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «09» 10 2023 року № 1578-С

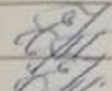

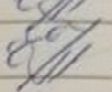

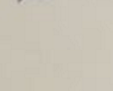

2. Строк подання студентом роботи 03.12.2023

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, які потрібно розробити) проаналізувати конструктивні особливості проєктування транспортних розв'язок у різних рівнях. Проаналізувати нормативну базу та результати досліджень проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях. Проаналізувати сучасний стан і виявити особливості та закономірності класифікації та загальні вимоги щодо транспортних розв'язок на дорогах. 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

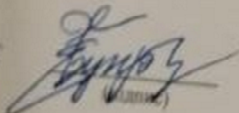
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		
2	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		
3	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 01.09.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Розділ 1 Проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях	10 листопада	<i>вик</i>
2.	Розділ 2 Конструктивні особливості проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях	20 листопада	<i>вик</i>
3.	Розділ 3 Приклад впровадження планувальних рішень у будівництво транспортних розв'язок в різних рівнях	1 грудня	<i>вик</i>
4.	Розділ 4 Охорона праці та техногенна безпека	5 грудня	<i>вик</i>
5.	Попередній захист	10 грудня	<i>вик</i>

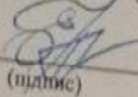
Студент



Р.В. Бугрім

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)



О.М. Фостащенко

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер



І.В. Гребенюк

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бугрім Р.В. Конструктивні особливості вибору планувальних рішень проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра 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.

Доведено, що найефективнішим методом поліпшення функціонування вулиць міста, забезпечення безпеки для транспорту та пішоходів, зниження рівня шуму та забруднення повітря є впровадження міських дорожньо-транспортних рішень на різних рівнях. При цьому важливо враховувати, що організація руху на різних рівнях на одному перехресті вирішує локальну проблему, яка стосується конкретного вузла, а не всієї дороги в цілому.

Об'єкт дослідження є розв'язки доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Предмет дослідження є конструктивні особливості вибору планувальних рішень проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Ключові слова: ПРОЄКТУВАННЯ РОЗВ'ЯЗОК ДОРІГ, ПЕРЕТИНИ МАГІСТРАЛЕЙ У РІЗНИХ РІВНЯХ, ТРАНСПОРТНІ РОЗВ'ЯЗКИ

Відомості про публікації здобувача. 1. Планувальні рішення проектування розв'язок доріг – тези доповіді на III Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». Запоріжжя : ЗНУ, 2023.

2. Об'ємно-планувальні рішення підприємств харчування – тези доповіді на XVI Університетська науково-практична конференція студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. Т.5. 429 с. С. 139-141.

ABSTRACT

Bugrim R. Structural features of the choice of planning solutions for the design of road junctions and intersections of highways at different levels.

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 proven that the most effective method of improving the functioning of city streets, ensuring safety for transport and pedestrians, reducing the level of noise and air pollution is the implementation of urban road and transport solutions at various levels. At the same time, it is important to consider that the organization of traffic at different levels at one intersection solves a local problem that concerns a specific node, and not the entire road as a whole.

The object of the study is road junctions and intersections of highways at different levels.

The subject of the study is the design features of the choice of planning solutions for the design of road interchanges and intersections of highways at different levels.

Key words: DESIGN OF ROAD INTERRUPTIONS, HIGHWAY INTERSECTIONS AT DIFFERENT LEVELS, TRANSPORT INTERRUPTIONS

List of publications of a student: 1. Планувальні рішення проектування розв'язок доріг – тези доповіді на III Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». Запоріжжя : ЗНУ, 2023.

2. Об'ємно-планувальні рішення підприємств харчування – тези доповіді на XVI Університетська науково-практична конференція студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. Т.5. 429 с. С. 139-141.

ЗМІСТ

Анотація	3	
Вступ.....	7	
РОЗДІЛ 1 ПРОЄКТУВАННЯ РОЗВ'ЯЗОК ДОРІГ ТА		
ПЕРЕТИНІВ МАГІСТРАЛЕЙ У РІЗНИХ РІВНЯХ	11	
1.1 Історія розвитку транспортних розв'язок у різних рівнях	11	
1.2 Класифікація транспортних розв'язок	20	
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ		
ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗОК У РІЗНИХ РІВНЯХ	33	
2.1 Загальні вимоги щодо проєктування транспортних розв'язок у різних рівнях	33	
2.2 Проєктування транспортних споруд на вулицях та дорогах при влаштуванні транспортних розв'язок у різних рівнях	48	
2.3 Пропускна здатність розв'язок у двох рівнях	56	
2.4 Проєктування розв'язок в двох рівнях	65	
РОЗДІЛ 3 ПРИКЛАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ У		
БУДІВНИЦТВО ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗОК В РІЗНИХ РІВНЯХ	72	
3.1 Будівництво транспортної розв'язки в різних рівнях на перетині автомобільних доріг державного значення М-19 Доманове (на м. Брест) - Ковель - Чернівці - Теремблече (на м. Бухарест) км 315+629	72	
3.2 Проєкт реконструкції транспортної кільцевої розв'язки на двох найважливіших діаметральних магістральних напрямках: просп. 40-річчя Жовтня – бульв. Дружби Народів – міст ім. Є. О. Патона – просп. Возз'єднання та Столичне шосе – Наддніпрянське шосе – Набережне шосе – Набережно-Хрещатицька вулиця.....	79	
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА		95
4.1 Особливості організації будівництва вулиць, доріг і штучних споруд ...	95	
4.2 Проєктування зовнішнього освітлення	98	
ВИСНОВКИ	104	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	105	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВДМ-вулично-дорожня мережа;

ДЗ-дорожні знаки;

ДР-дорожній рух;

ДТП-дорожньо-транспортна пригода;

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;

ТВ-транспортний вузол;

ТЕФ - транспортно-експлуатаційні фактори;

ТЗ- транспортний засіб;

ТП-транспортний потік;

УДР-управління дорожнім рухом;

УР-умови руху;

ВСТУП

Актуальність теми. Протягом останнього десятиліття інтенсивність дорожнього руху в Україні та містах значно збільшилася. Цей зріст інтенсивності викликав серйозні проблеми на розв'язках доріг, спроектованих на одному рівні, де організація руху автомобілів повинна бути такою, щоб уникнути заторів. Особливо гостро ця проблема виникає на під'їздах до великих міст, обласних центрів і на перетині інтенсивних потоків транспорту. Це обумовлено тим, що традиційні транспортні рішення, такі як розв'язки типу "листка конюшини," не забезпечують безперешкодний пропуск транспорту при великій інтенсивності руху.

Напевно, що для вирішення цієї проблеми необхідно розглядати нові, більш ефективні та інноваційні підходи до планування і будівництва транспортних розв'язок. Можливі варіанти включають в себе використання сучасних технологій управління рухом, впровадження інтелектуальних систем управління рухом, розробку адаптивних транспортних рішень, які можуть адекватно реагувати на зміни в інтенсивності руху та координувати рух різних видів транспорту.

Найбільш оптимальним рішенням для поліпшення функціонування вулиць міста, забезпечення безпеки транспорту та пішоходам, а також зниження рівня шуму та забруднення повітря, полягає у впровадженні міських дорожньо-транспортних розв'язків на різних рівнях. Важливо враховувати, що організація руху на різних рівнях на одному перехресті розв'язує конкретну проблему, що виникає в конкретному вузлі, а не взагалі по всій дорозі. Підвищення пропускної здатності та забезпечення безпеки руху на розв'язці на різних рівнях пояснюється розподілом транспортних потоків у просторі.

Міські дорожньо-транспортні розв'язки, як правило, включають переходи на різних рівнях для автомобілів, велосипедистів і пішоходів. Вони сприяють зменшенню конфліктів між різними видами транспорту і розподілу рухових потоків таким чином, щоб покращити функціональність дорожньо-

транспортної системи в місті та забезпечити більшу безпеку для всіх учасників руху.

Мета і задачі роботи. Мета роботи полягає в розробці конструктивних особливостей вибору планувальних рішень проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Завданням цієї роботи є дослідження конструктивних особливостей проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачене рішення наступних задач:

- проаналізувати нормативну базу та результати досліджень проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях;

- проаналізувати сучасний стан і виявити особливості та закономірності класифікації та загальні вимоги щодо конструктивних особливостей вибору планувальних рішень транспортних розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях;

- узагальнити конструктивні особливості вибору планувальних рішень проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях;

- навести приклади впровадження планувальних рішень транспортних розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Об'єкт дослідження є розв'язки доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Предмет дослідження є конструктивні особливості вибору планувальних рішень проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Методи дослідження. Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. За наслідками роботи опубліковані тези доповіді на конференції ЗНУ в 2023 р.

Наукова новизна одержаних результатів. Полягає в отриманні практичних та теоретичних результатів щодо конструктивних особливостей вибору планувальних рішень проектування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Практичне значення одержаних результатів. Висновки і пропозиції, викладені у дослідженні, мають характер науково-методичних розробок та прикладних рекомендацій, які можуть бути використані в містобудівній діяльності у процесі прийняття рішень щодо конструктивних особливостей вибору планувальних рішень проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Особистий внесок автора. Наведені практичні приклади впровадження конструктивних особливостей планувальних рішень транспортних розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Відомості про апробацію результатів роботи. Апробація роботи – за результатами досліджень опубліковано 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.

Тези доповіді на XVI Університетська науково-практична конференція студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023». Запоріжжя : ЗНУ, 2023.

Відомості про публікації здобувача.

1. Планувальні рішення проєктування розв'язок доріг – тези доповіді на III Всеукраїнська науково-практична конференція «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ». Запоріжжя : ЗНУ, 2023.

2. Об'ємно-планувальні рішення підприємств харчування – тези доповіді на XVI Університетська науково-практична конференція студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. Т.5. 429 с. С. 139-141.

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається з вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 108 сторінках, 11 таблиць, 33 рисунка. Для написання даної роботи використано 61 літературне джерело.

РОЗДІЛ 1

ПРОЄКТУВАННЯ РОЗВ'ЯЗОК ДОРІГ ТА ПЕРЕТИНІВ МАГІСТРАЛЕЙ У РІЗНИХ РІВНЯХ

1.1 Історія розвитку транспортних розв'язок у різних рівнях

Будівництво транспортних розв'язок на різних рівнях вимагає значних інвестицій. Втім, економічна обґрунтованість таких проєктів виправдовується заощадженням на транспортних витратах та кількості ДТП у цих вузлах.

Світовий та вітчизняний досвід будівництва дорожньо-транспортних перехрещень різних рівнів дозволяє оцінити різноманітність цих споруд у містах та покращити їхнє проєктування, будівництво та експлуатацію.

Історія розвитку перетинань та примикань автомобільних доріг тісно пов'язана з історією автомобільного транспорту.

У початковому етапі розвитку автомобільного транспорту, коли швидкості та інтенсивність руху автомобілів були невеликими, всі перехрестя та примикання автомобільних доріг здійснювалися на одному рівні, і не вимагали спеціальних заходів для забезпечення безпеки руху та підвищення пропускної здатності [1].

Для підвищення безпеки та збільшення пропускної здатності дорожніх перетинів на початку 20-х років у деяких країнах розпочали впроваджувати концепцію каналізованих перетинань. На таких перетинах для кожного напрямку руху відводили окремі смуги (канали), розділені острівцями, смугами та дорожньою розміткою. Ця ідея отримала найбільше поширення у США, Німеччині, Англії, Італії та інших країнах.

У нашій країні на більшості автомобільних доріг переважають неканалізовані перетини на одному рівні, але останнім часом на деяких автомагістралях з'явилися каналізовані перетинання та розв'язки на двох рівнях.

З появою автомагістралей питання забезпечення безпеки та пропускнуої здатності на перетинах і примикаючих ділянках автодоріг стало особливо актуальним. Забезпечення швидкісного автомобільного руху з максимальною безпекою вимагає впровадження нових форм перетинань з іншими дорогами, зокрема на різних рівнях.

Історія будівництва дорожньо-транспортних перетинань на різних рівнях своє початок мала на позаміських автомобільних дорогах. Перша така розв'язка була впроваджена в 1928 році у штаті Нью-Джерсі (США). З того часу вона визначала новий етап в розвитку транспортних мереж, забезпечуючи окремі смуги руху для кожного напрямку, розділені острівцями та розміткою.

На деяких позаміських дорогах застосування каналізованих перетинань на одному рівні трапляється рідко. Прикладом може служити перехрестя County Route 571 і Hooper Ave в Нью-Джерсі [49, 50], або розв'язка на перехресті Main Street і Highway 37, яка має форму неповного листка.

Аналогічні "пласкі" розв'язки також існували, наприклад, на перехресті Lake Shore Blvd & Irving Park Rd у Чикаго [51]. В США їх часто називають Jughandle cloverleaf або Mini-cloverleaf.

У Стокгольмі вперше каналізований перехід на різних рівнях був збудований в 1934 році, і після Другої світової війни будівництво подібних розв'язок стало більш інтенсивним.

Перші "листки конюшини" були впроваджені у Нью-Джерсі та швидко набули популярності. Проте зі зростанням інтенсивності руху та з появою строгих вимог до організації транспортних потоків, ця схема перестала відповідати потребам у швидкому та зручному змінюванні напрямків руху. Згодом, застосування "листка конюшини" зменшилося, і багато існуючих розв'язок зазнали перебудов та модернізації.

З пташиного польоту розв'язок виглядає як чотирипелюсткова конюшина, рідкісна варіація трипелюсткової конюшини. У Сполучених Штатах цей тип транспортної розв'язки був впроваджений задовго до створення

автомагістральної мережі, особливо на перехрестях, де пропускна здатність ромбоподібної схеми вже стала недостатньою. Головною перевагою такого підходу було відсутність потреби в світлофорах. Це дозволяло використовувати ці розв'язки не лише на автомагістралях, а й на магістральних і артеріальних дорогах, де світлофори часто стають причиною транспортних заторів.

Однак, хоча цей підхід може бути ефективним для деяких перехресть, він може також стати складним для реалізації в густонаселених міських областях через обмеженість простору та високу інтенсивність руху. Також важливо враховувати, що з ростом обсягів транспортного потоку може збільшуватися ризик заторів та небезпеки для пішоходів. Таким чином, використання цього типу розв'язок повинно бути обґрунтоване врахуванням конкретних умов і вимог транспортної інфраструктури місцевості.

В Європі ця схема також стала найбільш поширеною. В Сполучених Штатах підхід "листка конюшини" швидко поширився з розвитком системи міжштатних автомагістралей (рис. 1.1, а-б). Цей метод є найпростішим способом розділити дві дороги на різні рівні, за допомогою всього одного моста. Хоча жодна з рамп не вимагає моста, всі зони, обмежені рампами, зазвичай включають принаймні одну водоприймальну споруду (колодязь) або водопропускну трубу (рис. 1.2, а-б).

Приклади використання внутрішніх площ лівоповоротних рамп подані на рисунках 1.2 б, 1.3. Зазначено, що в Україні технічні норми передбачають влаштування ставків-відстійників для талої та зливової води, але в країні відсутні приклади їхнього застосування в петлях транспортних розв'язок. У Сполучених Штатах та Канаді це є стандартом і широко використовується.

Однією з неочікуваних переваг такої схеми є можливість для водія, який мав намір повернути праворуч, пропустивши перший з'їзд (пряма рампа), скористатися наступним з'їздом (петлева рампа) за кілька десятків метрів, а потім вирушити в потрібному напрямку через подібні рампи.

Крім того, використовуючи дві лівоповоротні рампи, можна здійснити поворот назад. Ще одна особливість "листка конюшини" полягає в тому, що,

користуючись лише петлевими рампами, можна безкінечно обертатися по замкненій траєкторії. Така можливість також характерна для дворівневих кільцевих розв'язок.



Рисунок 1.1, а – «Листок конюшини» на перехресті автомагістралей I-74 і I-64 у Клівленд (Теннессі)



Рисунок 1.1, б – Чотирепелюсткова конюшина



Рисунок 1.2, а – Ставок-відстійник у петлевій рампі (перехрестя HWY427 і Rexdale Blvd, Онтаріо)



Рисунок 1.2, б – Насипи з ґрунту, непридатного для використання, та споруда для очищення зливових вод

Отже, внутрішня область петлевих рамп може бути використана для створення ставка-відстійника або для відсіпки ґрунту у випадку, якщо він не придатний для рекультивації. Один з найбільш раціональних прикладів використання внутрішніх площ це перехрестя автомагістралей HWY427 і HWY409 в Торонто. На петлевих рампах цього перехрестя розташовані два великих ставка-відстійники, кожен з об'ємом 10 тисяч кубічних метрів води. Ці споруди служать для очищення зливної води перед її відведенням до річки Міміко.



Рисунок 1.3 – Ландшафтне оформлення петлевої рампи (Райпур, Індія)

В Франції, всередині кругових рамп часто встановлюють випаровувальні басейни, як, наприклад, на розв'язці біля аеропорту Шарля де Голля.

У міських умовах вулиці часто служать рампами для "листка конюшини", і внутрішні ділянки рамп відводять для зелених насаджень [8], зазвичай з прямокутною видовженою формою.

В Німеччині "листок конюшини" є найбільш поширеною схемою. У німецькій класифікації 30-х років XIX століття цей тип розв'язки був названий "Ренесанс".

У Великій Британії спочатку не торопилися впроваджувати "листок конюшини", і коли місцеві фахівці у 60-х роках минулого століття обрали її, її недоліки вже стали вагомими. Висока вартість земельних ділянок зробила "листок конюшини" економічно не вигідним.

Англія є однією з небагатьох високорозвинених країн, де на автомагістралях відсутні будь-які "листки конюшини". Тільки три такі розв'язки були зведені на другорядних дорогах у місцевостях з порівняно розрідженою забудовою та низькими цінами на землю. З них залишається в експлуатації лише два, розташовані у Реддічі та поблизу Лівінгстона.

Австралія не має жодного повного "листка конюшини".

У Західній Європі, на автомагістралі Гамбург – Франкфурт-на-Майні – Базель протяжністю 820 км, функціонує більше 500 таких перетинів.

Перший розв'язок у різних рівнях в Україні був зведений у 1947 році на перехресті Набережного шосе та бульвару Дружби народів біля мосту імені Є.О. Патона. На території України налічується понад 50 "листок конюшини". Цей тип розв'язку вважається ефективним та актуальним і використовується у багатьох перспективних проєктах.

В умовах щільної мережі автомобільних доріг, де неминучі їх перетинання, розгалуження та прилягання, транспортні розв'язки чи дорожні вузли відіграють важливу роль. Важливо відрізнити їх від транспортних вузлів, що представляють собою систему взаємодії різних видів шляхів сполучення, таких як автомобільні, залізничні, водні, авіаційні тощо.

У зв'язку з умовами руху на транспортних розв'язках, де зменшення швидкості перед поворотом або виконанням повороту є стандартними елементами, саме ці ділянки виявляються найбільш небезпечними для учасників руху, при цьому знижуючи пропускну здатність всієї дороги. Це негативно впливає на експлуатаційні характеристики автомобільного транспорту.

Проектування перетинань, прилягань і розгалужень автомобільних доріг визначається максимальною забезпеченістю безпеки руху під час виконання

маневрів з мінімальними втратами часу, особливо для транзитних потоків.

Вирішення цих завдань вимагає правильного вибору геометричних елементів розв'язок і використання попереджувальних засобів обладнання доріг та інших заходів.

Проблема ефективного руху без заторів на дорогах України, особливо на під'їздах до великих міст та перехрестях із високим транспортним навантаженням, є серйозною і вимагає комплексного підходу для вирішення. Ось кілька можливих заходів і рекомендацій для подолання цієї проблеми:

- розвиток громадського транспорту: збільшення кількості громадського транспорту та покращення його якості і доступності може сприяти зменшенню інтенсивності автомобільного руху на дорогах;

- будівництво об'єктів інфраструктури: спорудження додаткових рухливих і нерухомих об'єктів інфраструктури, таких як об'їзні дороги, мости, тунелі, транспортні розв'язки, може полегшити рух на перетинах і важливих маршрутах;

- розширення доріг: збільшення пропускної здатності доріг шляхом їх розширення, додавання нових смуг руху і покращення дорожньої поверхні може допомогти знизити затори;

- регулювання руху: встановлення ефективних систем регулювання руху, таких як світлофори, датчики, системи координації світлофорів, дозволяє зменшити затори на перетинах;

- розвиток інформаційних технологій: використання сучасних технологій, таких як системи навігації і попередження про затори – Waze, Google Maps, може допомогти водіям обирати оптимальні маршрути для уникнення заторів;

- підтримка велосипедистів і пішоходів: створення інфраструктури для велосипедистів і пішоходів, включаючи велодоріжки і пішохідні зони, може зменшити залежність від автомобілів і сприяти руху без заторів;

- планування міської зеленої зони: розвиток зелених зон, парків і скверів у містах може покращити якість життя мешканців і стимулювати використання альтернативних видів транспорту;

– стимулювання розподіленого робочого дня: робота над впровадженням гнучкого графіка роботи і можливості віддаленої роботи може допомогти розподілити рух на дорогах на різні часи, зменшуючи затори в пікові години.

– публічна освіта і свідомість водіїв: Інформаційні кампанії щодо правил дорожнього руху, раціонального використання автомобілів і альтернативних транспортних засобів можуть покращити свідомість водіїв і сприяти вирішенню проблеми заторів.

Ці заходи можуть бути ефективними, але їх впровадження вимагатиме спільних зусиль влади, громадськості і бізнесу для забезпечення безпечного і ефективного руху на дорогах України.

Перетини автомагістралей з іншими дорогами зазвичай організовують у формі шляхопроводів, де дорога нижчого рівня частіше проходить, спрощуючи конструкцію моста та його вартість. В деяких випадках для пішоходів та велосипедистів споруджують легкі мости або тунелі під дорогою, щоб уникнути необхідності обходів через найближчі розв'язки та запобігти спробам перетинати дорогу в небезпечних місцях.

Доступ до автомагістралі з інших доріг зазвичай реалізується через багаторівневі транспортні розв'язки. Вони спроектовані для усунення конфліктів між потоками, що перетинаються, і виступають як "синхронізатори", забезпечуючи вирівнювання швидкостей автомобілів під час руху по автомагістралі. У деяких випадках, зокрема на "нестрогих" автомагістралях, можуть використовуватися з'їзди направо та виїзди з правим поворотом для економії коштів на штучних спорудах.

Однак у складних сценаріях схеми розв'язок можуть призводити до неочікуваних конфігурацій. Наприклад, у містечку Брізвуд (штат Пенсільванія, США) дороги I-70 та I-76 перетинаються на різних рівнях. За напрямком I-76, щоб перейти на напрямком I-70 на південь, водіям доводиться зробити петлю завдовжки понад 6 км.

Термін "повна транспортна розв'язка" вказує на відсутність конфліктних точок перетину потоків і характеризується відсутністю лівоповоротних з'їздів в

її схемі. Якщо хоча б один лівоповоротній з'їзд присутній, розв'язка вважається неповною, оскільки на ній можуть виникати конфліктні точки перетину або не забезпечується рух в усіх напрямках.

Мальтійський хрест – це тип розв'язки, де чотири напрямки мають доступ до як прямих поворотів, так і непрямих поворотів ліворуч. Прикладом такої розв'язки є перехрестя автомагістралей А-15 та А-16 поблизу Роттердаму в Нідерландах. Ще одним прикладом є розв'язка "Веселка" у Форт-Лодердейл, штат Флорида, яка має чотири рівні.

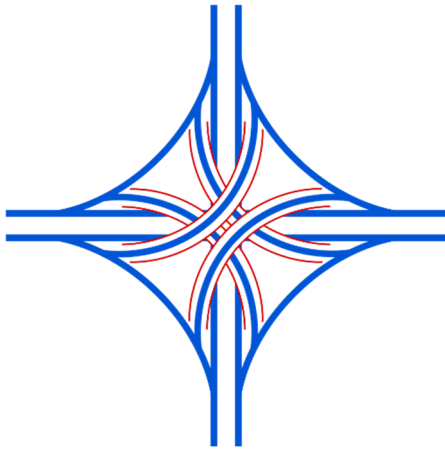


Рисунок 1.4, а – Накопичувальна розв'язка – Мальтійський хрест



Рисунок 1.4, б – Перетин автомагістралей А-15 та А16 біля Роттердаму в Нідерландах



Рисунок 1.5 – Розв'язка «Веселка» у Форт-Лодердейл (Флорида)

1.2 Класифікація транспортних розв'язок

У наш час застосовують різноманітні схеми дорожніх вузлів, такі як перетини, примикання і розгалуження на одному та різних рівнях. Загальні вимоги до таких вузлів автомобільних доріг включають зрозумілість для водіїв, простоту та наочність. Основні цілі цих вузлів полягають в забезпеченні зручності, безпеки та комфортабельності руху автомобілів при врахуванні розрахункових швидкостей. Крім того, вони повинні бути економічно вигідними.

У кожному конкретному випадку вибір схеми вузла автомобільних доріг здійснюється на основі техніко-економічного порівняння різних можливих варіантів.

Всі перетини міських вулиць та доріг із організацією руху на різних рівнях можна розділити на три основні групи:

1. Перехрещення: точки, де дороги перетинаються на одному рівні.
2. Примикання: місця, де одна дорога приєднується до іншої, зазвичай з різних рівнів.
3. Розгалуження: розвилки, де дороги розходяться в різних напрямках.

В залежності від конструкції основних штучних споруд, перетини на різних рівнях можуть бути реалізовані через тунелі, естакади, мости та різні типи штучних споруд. За кількістю рівнів перетинів можна виділити три категорії: дворівневі, трьохрівневі та багаторівневі (чотирьох та більше рівнях).

З огляду на організацію лівоповоротного руху, існують різні типи перетинів:

- лист конюшини: розв'язки, що нагадують структуру конюшини;
- розподільне кільце: перехрестя, де рухавці повертають лише в одному напрямку;
- петля: специфічні розв'язки, що дозволяють повороти у замкненій траєкторії;

- Ромб: перехрестя з паралельним розташуванням правоповоротних та лівоповоротних з'їздів;
- Складні перетини з відособленими лівоповоротними з'їздами: структури, що дозволяють розділити потоки;
- Комбіновані типи перетинів: поєднання елементів різних схем для оптимальної організації руху.

Залежно від повноти розв'язки потоків, що повертають, перетини можуть бути повні (з усіма можливими напрямками руху) або неповні (з обмеженими напрямками або відсутністю деяких поворотів).




Транспортна розв'язка вважається повною, якщо всі потоки руху не мають конфліктних точок перетину та дотримується схема організації лівоповоротного руху. Якщо хоча б один лівоповоротний з'їзд відсутній, то така розв'язка вважається неповною, оскільки на ній може виникати або обмежуватися рух в деяких напрямках, і можуть мати місце конфліктні ситуації.

Розв'язки між автомобільними дорогами з регульованим доступом з чотирма напрямками наведені у таблиці 1.1.



Рисунок 1.6 – Типова розв'язка «Листок конюшини», Колумбус, США

Таблиця 1.1 – Розв'язки між автомобільними дорогами з регульованим доступом

Розв'язки з чотирма напрямками	
<p>Листок Конюшини</p> 	<p>Листок конюшини – дворівнева розв'язка з чотирма напрямками, у яких усі повороти ліворуч виконуються у вигляді петлеподібних з'їздів. Тобто, авто замість повороту ліворуч на 90° здійснює правий поворот на 270°.</p> <p>Головними перевагами є те, що потрібен лише один міст (між головними перпендикулярними шляхами), який робить такі розв'язки недорогими за умови достатньої кількості землі, і також вони не потребують жодних світлофорів.</p> <p>Основні недоліки – низька пропускна здатність і відчуження великих земельних площ. Зазвичай, така розв'язка не влаштовується у населених пунктах.</p> <p>На рис. 1.6 приведена типова розв'язка «Листок конюшини», Колумбус, США</p>
<p>Листок конюшини з двома турбінними лівоповоротними рампами</p> 	<p>Накопичувальний листок конюшини.</p> <p>Гібридний тип розв'язок, який обслуговує менш завантажені потоки за допомогою петлеподібних з'їздів, а інтенсивніші потоки – за допомогою перехресних з'їздів (як у накопичувальних розв'язках).</p>
<p>Накопичувальна розв'язка</p> 	<p>Мальтійський хрест – розв'язки з чотирма напрямками, у яких доступні і непрямий поворот ліворуч, і прямий поворот праворуч.</p> <p>На рис. 1.7 приведена багаторівнева накопичувальна розв'язка. Цзінань, Шанхай, Китай</p>

Продовження табл. 1.1




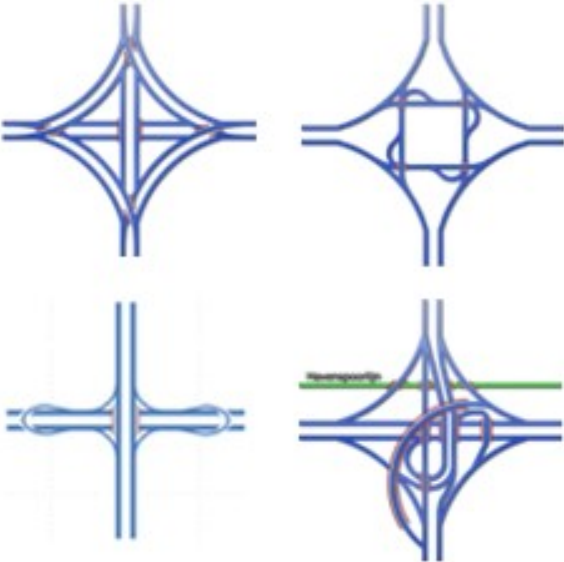
<p>Дворівнева турбінна</p> 	<p>Турбінна. Іншою альтернативою накопичувальним розв'язкам є турбінна розв'язка. Турбінна розв'язка потребує більше рівнів (зазвичай два або три), у той час з'їзди розташовуються навколо центру розв'язки у спіральному вигляді. На рис. 1.8 приведена турбінна розв'язка ім. Джейн Бірн. Чикаго, США</p>
<p>Вітряк</p> 	<p>Вітряк. Розв'язка типу «вітряк» схожа до турбінної, однак у неї більш гострі повороти, що зменшує розмір і пропускну здатність. Розв'язка названа за зовнішньою схожістю з лопатями вітряка.</p>
<p>Дворівнева кільцева</p> 	<p>Кільцева. Кільцева розв'язка у кількох рівнях – це звичайне кільце з однією (дворівнева) або обома (трьохрівнева) смугами, які проходяться пів чи над всією розв'язкою. З'їзди зі смуг перетинаються з кільцем на окремому рівні вище, нижче або посередині двох магістралей. Рис. 1.9 – Складна кільцева розв'язка Kleinpolderplein у Роттердамі, Нідерланди</p>
	<p>Гібридні розв'язки. Гібридні розв'язки використовують поєднання кількох типів розв'язок і є досить поширеними. Їхня конструкція може складатися з різних елементів розв'язок як петлеподібні з'їзди, перехресні з'їзди та кільця</p>



Рисунок 1.7 – Багаторівнева накопичувальна розв'язка. Перетин доріг Yan'an Elevated Road та Nanbei Elevated Road у Шанхаї (Китай). Шість рівнів.



Рисунок 1.8 – Турбінна розв'язка ім. Джейн Бірн. Чикаго, США




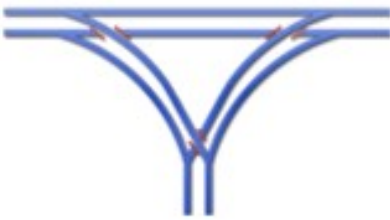


Рисунок 1.9 – Складна кільцева розв'язка Kleinpolderplein у Роттердамі, Нідерланди



Рисунок 1.10 – П'ятирівнева транспортна розв'язка у Далласі, США




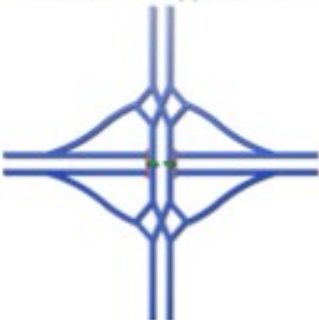
Розв'язки між автомобільними дорогами з регульованим доступом з трьома напрямками наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розв'язки між автомобільними дорогами з регульованим доступом. Розв'язки з трьома напрямками

Розв'язки з трьома напрямками	
<p>Трубоподібна</p> 	<p>Трубоподібні розв'язки застосовують у місцях, де одна автомагістраль закінчується на перетині з іншою.</p> <p>Такі розв'язки потребують як мінімум одного петлеподібного з'їзду для потоків, які в'їжджають або покидають магістраль, що закінчується.</p> <p>На рис. 1.11 приведена трубоподібна розв'язка в Оттаві, Канада</p>
<p>Повна Т-подібна</p> 	<p>Повна Т-подібна розв'язка зазвичай використовується, коли необхідна розв'язка з трьома напрямками для двох чи трьох автомагістралей, які перетинаються перпендикулярно або майже паралельно. Їхні з'їзди можуть пристиковуватися з правого або лівого боку магістралі залежно від напрямку та кута.</p>
<p>Неповна Т-подібна</p> 	<p>За аналогією з Т-подібною розв'язкою, неповна Т-подібна розв'язка використовує перехресні з'їзди у всіх трьох напрямках.</p> <p>Але, такий тип позбавлений основного недоліку повної Т-подібної розв'язки, оскільки у ньому відсутні деякі точки перетину, щоб уникнути з'їздів з та до потрібної смуги.</p> <p>Такі розв'язки, як правило, безпечні та ефективні, хоча потребують більшої площі і є дорожчими за трубоподібні розв'язки.</p>
	<p>Інші / гібридні розв'язки</p> <p>Неповний листок конюшини зв'язує лише три напрямки замість чотирьох. Вони рідко використовуються через переплетення потоків і велику кількість землі, необхідну для спорудження.</p>

Розв'язки між автомагістраллю і другорядною дорогою приведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Розв'язки між автомагістраллю і другорядною дорогою

Розв'язки між автомагістраллю і другорядною дорогою	
<p>Діамант</p> 	<p>Розв'язка типу «діамант» складається з чотирьох з'їздів, які виходять і входять в автомагістраль під малих кутами і перетинаються з другорядною дорогою під майже прямими кутами. Ці перетини з другорядною дорогою можуть облаштовуватися світлофорами або знаками «стоп».</p> <p>На рис. 1.12 приведена діамантова розв'язка у штаті Огайо, США</p>
<p>Гантеля</p> 	<p>Розв'язка у формі гантелі схожа до діаманту з винятком того, що в ній використовується пара кілець для з'єднання з'їздів з другорядною дорогою. Як правило, це підвищує ефективність розв'язки в порівнянні з діамантом.</p>
<p>Кістка</p> 	<p>Розв'язка у формі кістки схожа з гантелею, проте кільця не утворюють повне коло, а мають форму краплі. Це не перешкоджає нормальному руху транспорту, вилучені частини кілець забезпечували лише повний розворот з виїздом на протилежну смугу.</p>
<p>Розбіжний діамант</p> 	<p>Розбіжний діамант є схожим до традиційної діамантової розв'язки за винятком того, що смуги другорядної дороги перетинаються двічі на кожній стороні магістралі. Це дозволяє всім входам і виходам на автомагістраль уникати перетину зустрічного потоку.</p>

Продовження табл. 1.3

<p style="text-align: center;">Світлофорно-тунельна</p> 	<p>Світлофорно-тунельна розв'язка є модифікацією діамантової розв'язки, у ній з'їзди зустрічаються в одній точці. Така конструкція вимагає одного набору світлофорів, що підвищує її ефективність і пропускну здатність.</p>
<p style="text-align: center;">Інші / гібридні розв'язки</p> 	<p>Гібридні розв'язки складаються з елементів діамантової та неповної конюшиноподібної розв'язок.</p> <p>Одна з форм кільцевої розв'язки може використовуватися з з'єднання автомагістралі з другорядною дорогою.</p> <p>Трьохрівнева діамантова розв'язка висотою в три рівні з трьома з'їздами через чотири перехрестя.</p> <p>Бірмінгем — Гравеллі Хілл. 6 рівнів доріг, понад 20 з'їздів і практично повна відсутність знаків.</p>
	<p>Цю транспортну розв'язку ввели в експлуатацію в 1993 році після тривалого будівництва і ще більш довгої судової тяганини щодо території, де планувалася розв'язка. Справу розглядав суддя Гаррі Педжерсон, який і прийняв рішення на користь дорожньої адміністрації. З тих пір клубок з доріг називають «розв'язка імені судді Гаррі Педжерсона». Ця дорожня конструкція розташована на перехресті 2-х автострад 105 і 110. Складається вона з 4 ярусів доріг з мінімум 3-ма і максимум 8 смугами. Потрапляючи на цю розв'язку, ви можете їхати в будь-якому з 4-х напрямків. Тут легко загубитися, особливо новачкові.</p>



Рисунок 1.11 – Трубоподібна розв'язка в Оттаві, Канада



Рисунок 1.12 – Діамантова розв'язка у штаті Огайо, США

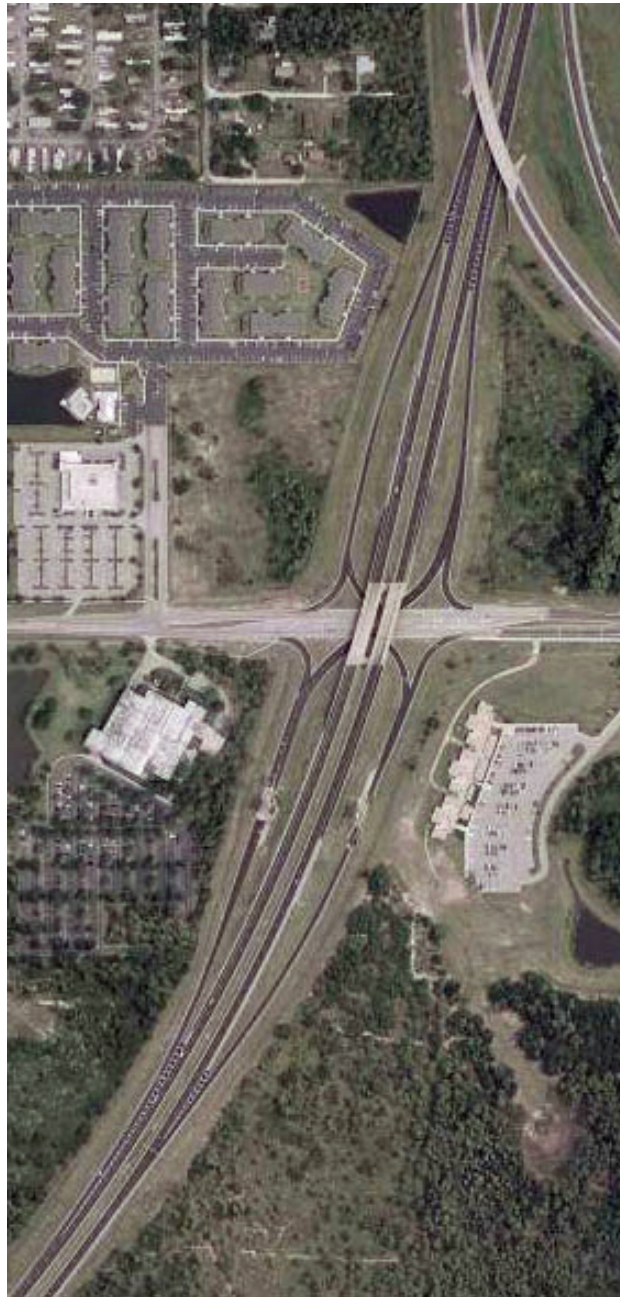


Рисунок 1.13 – Світлофорно-тунельна розв'язка у Флориді, США

Дорожня розв'язка Хуанцзювань у Чунціні (Китай) з 20 з'їздами, що переплітаються на п'яти рівнях і з'єднують три основні швидкісні автомагістралі, вважається найскладнішою для навігації естакадою у світі (рис.1.14-1.15).

Ця розв'язка славиться своєю унікальною архітектурою та інженерним рішенням.

Вона вважається однією з найскладніших для навігації естакад у світі.



Рисунок 1.14 – Найскладніша у світі транспортна розв'язка Хуанцзювань у Чунцині (Китай)



Рисунок 1.15 – Найскладніша для навігації естакад у світі транспортна розв'язка Хуанцзювань у Чунцині (Китай)

Основні характеристики і особливості цієї дорожньої розв'язки включають:

- розміри та конструкція: розв'язка має величезну площу та складається з розгалуженого мережі доріг із загальною довжиною більше 8 кілометрів;

- п'ять рівнів: ця споруда складається з п'яти рівнів доріг, які переплітаються між собою.

- 20 з'їздів: розв'язка має 20 різних з'їздів, які дозволяють водіям пересуватися між різними маршрутами. Це робить навігацію складною і вимагає великого досвіду водіїв.

- великий потік транспорту: Чунцинь це велике місто з високим транспортним потоком, і ця дорожня розв'язка допомагає розгороджувати рух транспорту та зменшувати затори на дорогах.

- сучасна інфраструктура: розв'язка обладнана сучасною інфраструктурою, включаючи системи безпеки, освітлення і сигналізацію.

- архітектурний символ: ця дорожня розв'язка також є архітектурним символом міста і однією з його головних визначних пам'яток.

Дорожня розв'язка Хуанцзювань у Чунцині є прикладом вражаючої інженерної споруди, яка відповідає вимогам сучасного транспорту та сприяє подальшому розвитку міста. Її масштаб та функціональність роблять її однією з найскладніших дорожніх розв'язок у світі. Хуанцзювань допомагає покращити транспортну доступність, зменшує затори і сприяє ефективному русі автотранспорту в місті Чунцинь, що важливо для розвитку економіки та підвищення життєвого рівня мешканців.

Різні типи перетинів на різних рівнях мають широке застосування як у світовій, так і вітчизняній практиці містобудування. Різноманітні типи перетинів грають важливу роль у створенні зручних та безпечних умов для мешканців та відвідувачів міста. Вибір конкретного типу перетину залежить від різноманітних факторів, що може призвести до невеличких відмінностей між перетинами одного типу і формування додаткових варіантів та підвидів. У кожного з них визначаються свої переваги та недоліки.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗОК У РІЗНИХ РІВНЯХ

2.1 Загальні вимоги щодо проєктування транспортних розв'язок у різних рівнях

Протягом останнього десятиліття в Україні та в містах стало помітно збільшення інтенсивності руху на дорогах. Це створило проблему ефективного руху на розв'язках в одному рівні, особливо на в'їздах до великих міст, обласних центрів і в точках перетину інтенсивних транспортних потоків. Здається, що традиційні транспортні розв'язки, подібні до листка конюшини, більше не можуть ефективно забезпечити плавний пропуск транспорту в умовах великої інтенсивності руху.

Найбільш ефективним методом підвищення пропускної здатності міських вулиць, поліпшення безпеки руху для транспорту та пішоходів, а також зниження рівня шуму та забруднення повітря є впровадження перехрещень міських шляхів на різних рівнях. Розбудову міських транспортних вузлів на різних рівнях слід розглядати як останню заходу, коли інші методи покращення пропускної здатності перехрестя вичерпані. Важливо враховувати, що організація руху на різних рівнях вирішує лише конкретні завдання, пов'язані з певним вузлом, і не охоплює всю магістраль в цілому. Збільшення пропускної здатності та безпеки руху на розв'язці на різних рівнях обумовлене розподілом транспортних потоків у просторі.

Розв'язки на перехрестях та примиканнях автомобільних доріг повинні забезпечити максимальну пропускну здатність, безпеку та зручність руху транспортних засобів з мінімальними витратами часу на їхню подорож.

Проектування дорожніх розв'язок повинно враховувати перспективні обсяги руху та характер транспортних потоків у всіх напрямках.

При створенні проектів на будівництво дорожніх розв'язок слід передбачати можливість майбутнього розвитку дорожньої інфраструктури та реконструкції розв'язок більш високого класу для збільшення пропускної здатності та безпеки руху транспортних засобів.

Вибір класу та схеми дорожніх розв'язок визначається як важливий етап при проектуванні та будівництві транспортної інфраструктури. Цей вибір має бути обґрунтованим і враховувати багато факторів. Основні критерії вибору включають:

- пропускна спроможність: схема розв'язок повинна забезпечувати потрібну пропускну спроможність для обслуговування інтенсивних транспортних потоків;

- безпека і зручність руху: схема повинна забезпечувати безпеку руху для всіх учасників, включаючи водіїв, пішоходів і велосипедистів, а також забезпечувати зручність руху і зменшувати можливість виникнення конфліктів на дорозі;

- витрати на будівництво і утримання: технічні рішення повинні бути економічно обґрунтованими, з урахуванням витрат на будівництво, утримання і ремонт інфраструктури;

- архітектурно-естетичні вимоги: схема повинна відповідати архітектурним і естетичним вимогам місцевих громад та місцевим планувальним нормам;

- охорона навколишнього природного середовища: технічні рішення, які допомагають зменшити негативний вплив інфраструктури на природне середовище;

- раціональне використання земельних ресурсів: треба враховувати можливість ефективного використання сільськогосподарських угідь та мінімізацію їхнього зайняття.

Враховуючи всі ці фактори та проводячи техніко-економічне порівняння

різних варіантів, можна знайти оптимальне технічне рішення для конкретного проекту дорожньої інфраструктури. Такий підхід допоможе покращити якість дорожньо-транспортних об'єктів і забезпечити безпеку та комфорт для всіх користувачів доріг.

Найпоширеніших конструктивних рішень для транспортних розв'язок у різних рівнях. Зазвичай це включає в себе такі типи розв'язок:

Міста та надземні переходи: міста або підняті дороги, які пролягають над іншими дорогами або залізничними коліями. Це дозволяє транспортним потокам на різних рівнях уникати пересічення, забезпечуючи безпеку і плавність руху.

Підземні переходи: тунелі або підземні проходи, які дозволяють пішоходам і велосипедистам перетинати дорогу без втручання в транспортний рух на поверхні.

Кругові розв'язки – це тип розв'язки, де рух вуличних доріг обертається навколо центральної островчатої частини. Вони зазвичай дозволяють безперервний рух транспорту без потреби в світлофорах і зменшують ризик аварій.

Комбіновані розв'язки – деякі розв'язки можуть комбінувати різні підходи, наприклад, міст в поєднанні з круговою розв'язкою або тунелем.

Шляхопроводи та пішохідні мости – це конструкції, які дозволяють пішоходам та велосипедистам перетинати дорогу на рівні над дорогою. Вони забезпечують безпеку і комфорт для учасників руху.

Трамвайні переходи і тунелі: для міст з трамвайним рухом можуть бути створені спеціальні трамвайні мости або тунелі, щоб відокремити трамваї від автомобільного руху.

Розгляд класів дорожніх розв'язок та їх компонентів повинен враховувати перспективи розвитку автомобільних мереж та можливості реконструкції існуючих доріг.

Розв'язки на різних рівнях в містах та населених пунктах поділяються на повні та неповні відповідно до класифікації з таблиці 6.2 (додаток В) [12].

Повні розв'язки характеризуються відсутністю перетинань потоків на одному рівні, присутність лише розгалуження та прилягання потоків. До цього типу розв'язків відносяться розв'язки I–IV класів, що влаштовуються на багаторядних магістралях безперервного руху великих міст загальноміського (рідше – загальнорайонного) значення. Геометричні параметри цих розв'язків варіюються в залежності від класу і розрахункової швидкості на лівоповоротних з'їздах.

Особлива увага на розв'язках приділяється пішохідному руху. У залежності від класу розв'язку пішохідний рух може бути повністю відокремлений від транспортних потоків (на розв'язках I та II класу), бути безперервним, відокремленим на перехрещеннях з прямими та основними потоками, а на перехрещеннях з іншими потоками допускається регульований рух (на розв'язках III–IV класів).

Розв'язки V класу є неповними та допускають регульовані чи саморегульовані поворотні потоки, при цьому прямі, магістральні потоки залишаються безперервними та відокремленими. Пішохідні потоки на таких розв'язках можуть бути безперервними та повністю відокремленими на перехрещеннях з прямими потоками, інші перехрещення можуть бути безперервними, регульованими або нерегульованими.

Відокремленими потоками вважаються ті, які не мають у межах розв'язку ділянок перестроювання (перехід з однієї смуги на іншу) і ділянок суміщення (рух потоків на одній смузі із наступним розгалуженням). Відокремлення потоків здійснюється через їх проектування в різних рівнях, використання розділювальних смуг або встановлення огорожень I групи.

Рекомендується розташовувати розв'язки доріг на вільних від забудови територіях. Поздовжній похил доріг на підходах до розв'язків на відстані видимості для зупинки автомобіля повинен бути до 40 %.

Таблиця 2.1 – Класифікація розв'язок доріг [2]

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 I-a – V	У різних рівнях	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
III	III – III	В одному рівні	3 ПШС на всіх дорогах та каналізуванням лівоповоротних напрямків
IV	I-б – IV 1-б – V	В одному рівні з відігнаними лівими поворотами	Без ПШС на дорогах нижчої категорії
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		

Планування перехрещень і примикань доріг поза межами населених пунктів рекомендується проводити з урахуванням таких відстаней: не рідше, ніж через 10 км на дорогах I-a категорії, 5 км на дорогах I-б і II категорії, і 2 км на дорогах III категорії. Для цього в проектній документації передбачаються заходи щодо організації руху місцевого транспорту [2].

Згідно із нормативним документом [2], транспортні розв'язки вулиць і доріг на різних рівнях, враховуючи організацію руху транспортних засобів та пішоходів, а також рекомендовані розрахункові швидкості на лівоповоротних з'їздах, класифікуються на 5 класів згідно з таблицею 2.2.

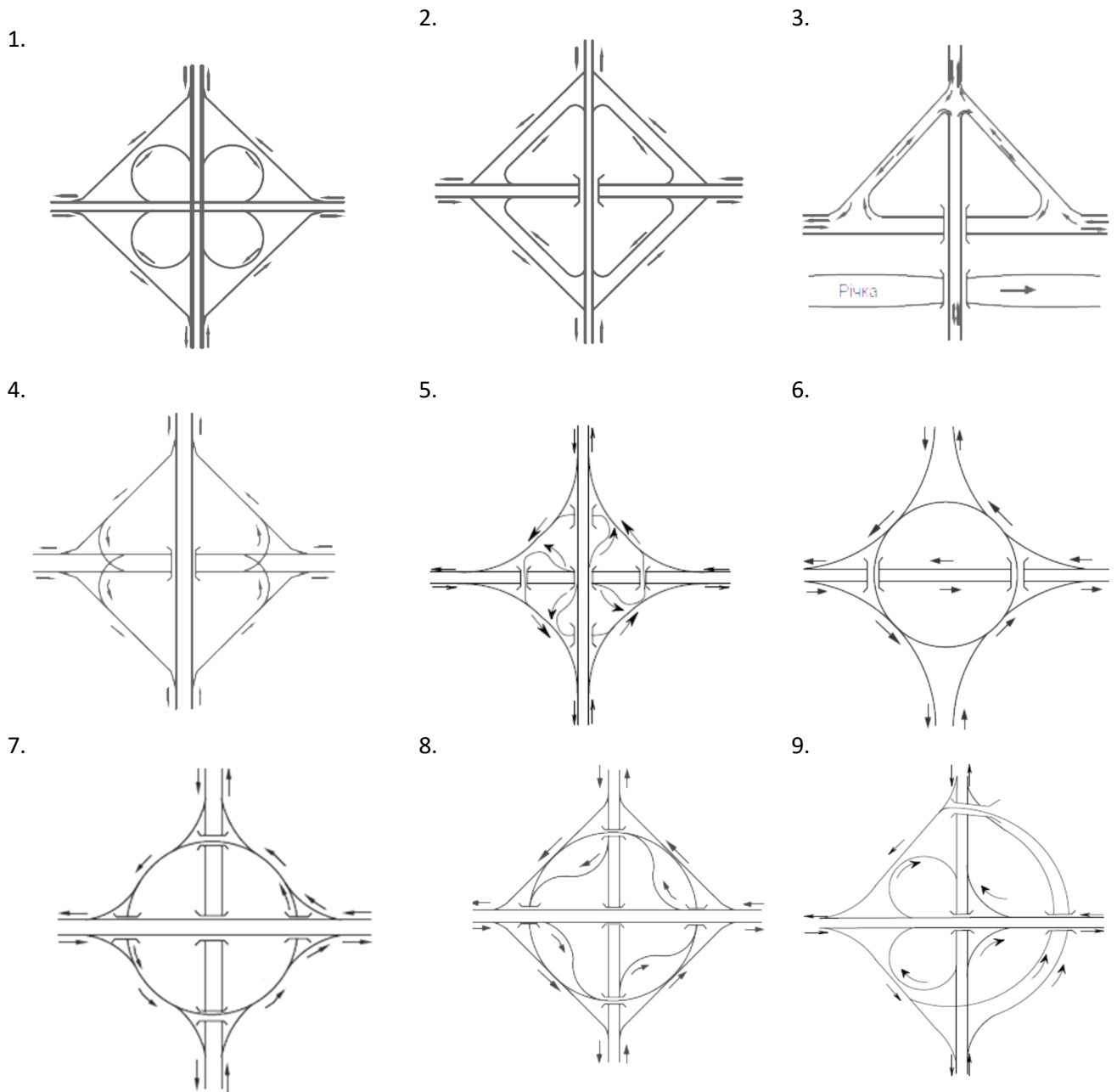
Таблиця 2.2 – Розрахункові швидкості на з'їздах розв'язок [2]

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)						

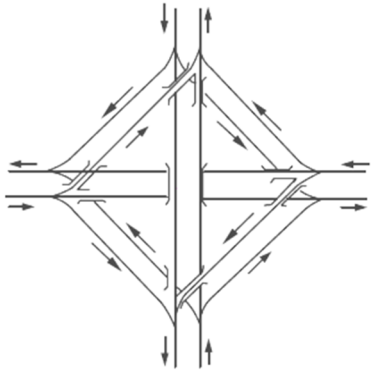
Дороги відомчого призначення (технологічні автомобільні дороги), ґрунтові дороги та шляхи для тварин, які перетинають дороги I-а, I-б, II та III категорій, слід об'єднувати з прилеглими штучними спорудами. У випадку

відсутності таких споруд, їх слід передбачати за умови попереднього узгодження з органами місцевого самоврядування та органами охорони навколишнього природного середовища. Габарити цих споруд визначаються відповідно до вимог ДБН В.2.3-14.

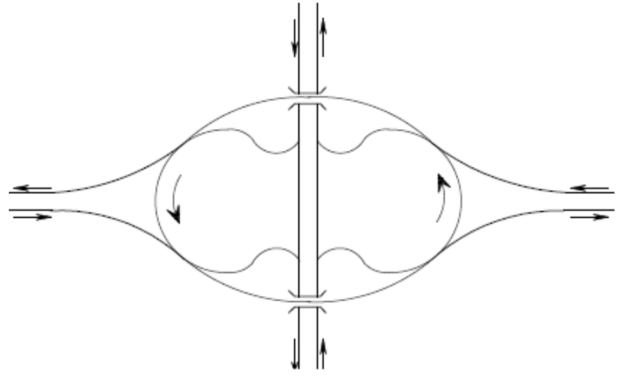
Таблиця 2.1 – Найбільш поширені конструктивні рішення транспортних розв'язок [2]



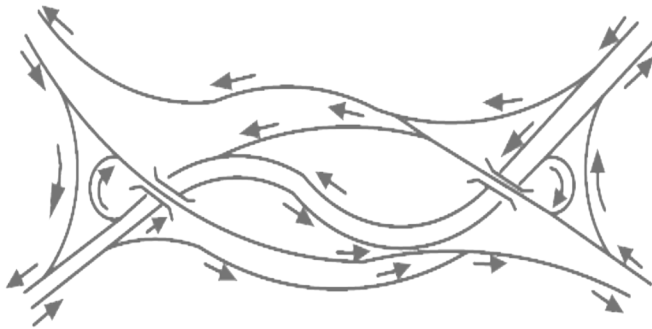
10.



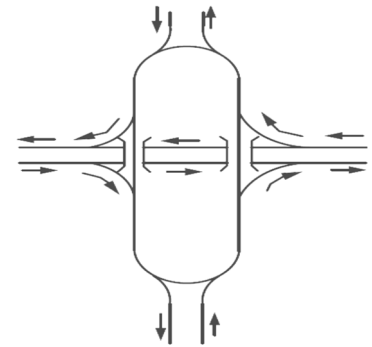
11.



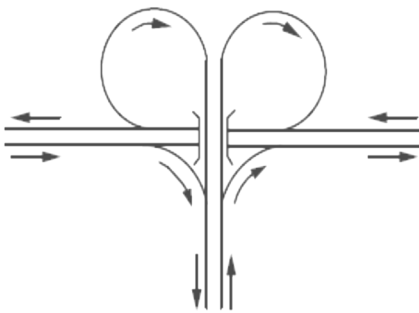
12.



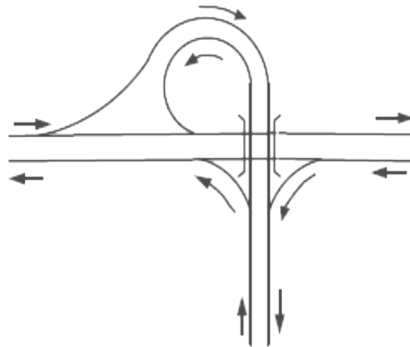
13.



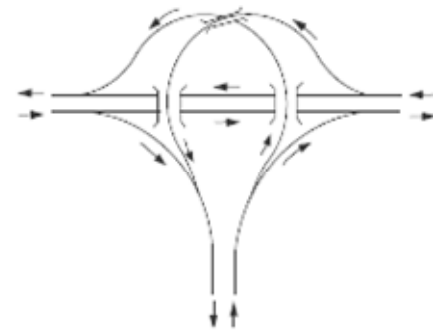
14.



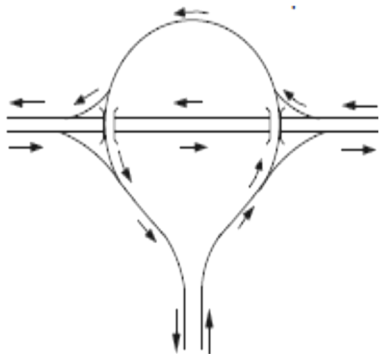
15.



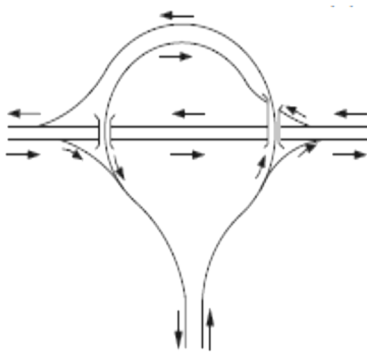
16.



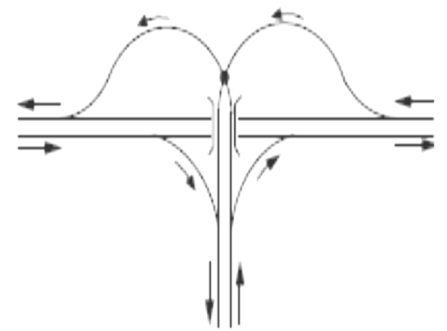
17.

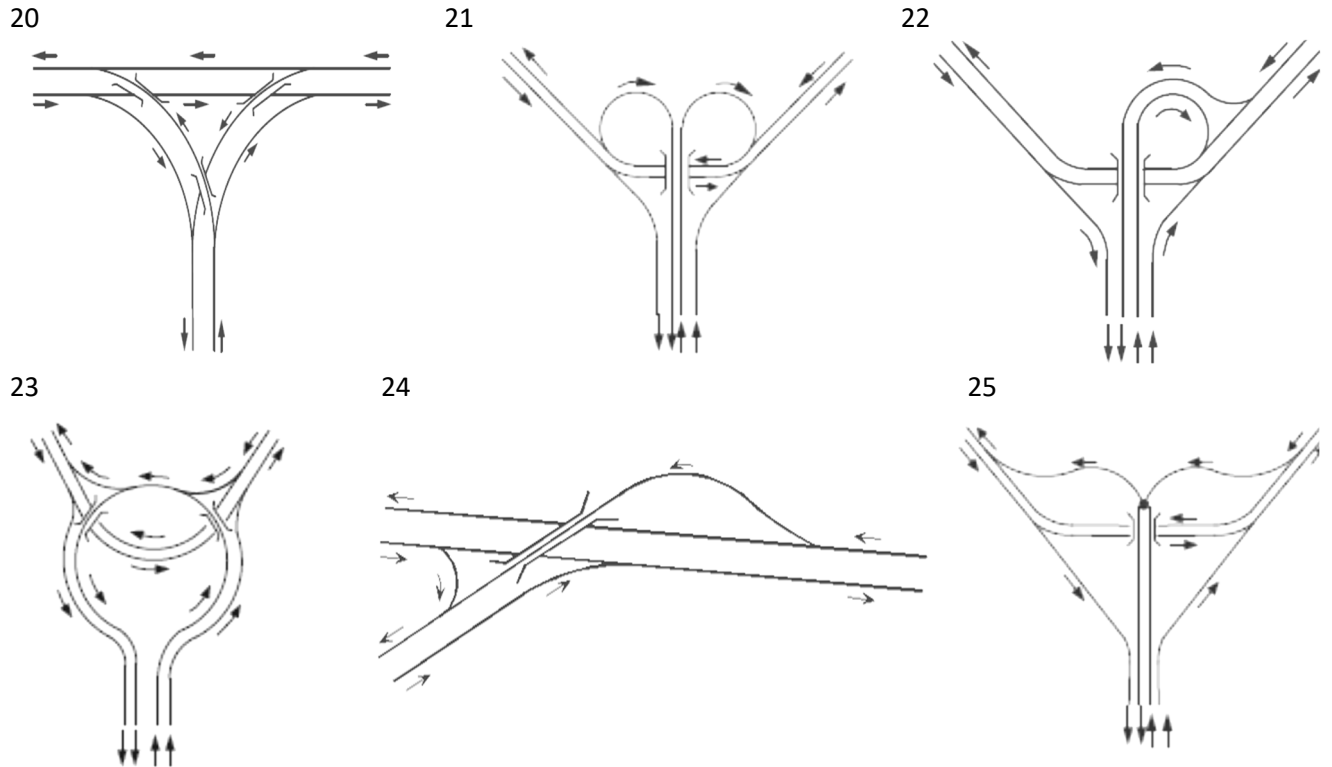


18.



19.





Обозначення перехрещень:

1. "Лист конюшини" з односторонніми з'їздами.
2. Той самий, але з двосторонніми з'їздами.
3. Неповний "лист конюшини" перед мостовою частиною.
4. Неповний "лист конюшини".
5. Крючкоподібний тип.
6. Розподільне кільце з двома шляхопроводами.
7. Той самий, але 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.

Обозначення примикань:

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.
- Обозначення розгалужень:
21. Листоподібний тип.
 22. Розгалуження типу "труба".
 23. Кільцевий тип.
 24. Лінійний тип.
 25. Половина неповного "листа конюшини".

Конструктивні умови для перехрещень включають в себе наступне:

1. На всіх перехрещеннях ліво- та правоповоротні з'їзди слід влаштовувати, коли розміри поворотних потоків перевищують 10% від прямого руху. В тих випадках, коли поворотні потоки менше 10%, а також в умовах обмеженої реконструкції, можна уникнути влаштування з'їздів, забезпечуючи повороти на найближчих перехрещеннях.

2. Вибір типу лівоповоротних з'їздів і примикань (таких як "лист конюшини", кільцевидні, петлевидні, ромбовидні, комбіновані з відособленими з'їздами, листовидний і Т-подібний тип, неповний "лист конюшини", труба, кільце, трикутник) визначає геометричну схему транспортних розв'язок, і цей вибір слід робити з урахуванням конкретних планувальних умов і інтенсивності руху.

3. За умови інтенсивності руху лівоповоротного потоку на розв'язках I та II класів більше 30% від прямого руху, рекомендується використовувати прямі та напівпрямі з'їзди через центр розв'язки.

4. Якщо поворотний рух становить більше 30% від прямих потоків, для нового будівництва його слід проектувати відокремлено від інших напрямків, а при капітальному ремонті або реконструкції – за можливості.

При інтенсивності лівоповоротних потоків від 15% до 30% та наявності вільної території на розв'язках II та III класів рекомендується використовувати напівпрямі віднесені з'їзди. Ці з'їзди слід проектувати на кільцевих та

петлевидних перехрещеннях.

Елементи ліво- і правоповоротних з'їздів на розв'язках у різних рівнях повинні бути розраховані та призначені, враховуючи рекомендовану розрахункову швидкість на з'їздах [2], яка визначається за таблицею 2.3.

При інтенсивності руху кожного з поворотних потоків від 15% до 30% від розрахункової інтенсивності транспортного потоку на під'їзді до розв'язки в одному напрямку може бути знижена розрахункова швидкість руху на з'їздах на 20% і 10% від швидкості основних потоків відповідно (примітка 1 [2]).

У гірських умовах і при реконструкції для III класу розв'язок може бути прийнята розрахункова швидкість на ліво- і правоповоротних з'їздах 30 км/год, для IV і V класів - відповідно 20 км/год і 15 км/год. Розрахункова швидкість руху на з'їздах для ліво- і правоповоротних потоків, які регулюються, може коливатися від 10 км/год до 15 км/год (примітка 2 [2]).

Найменші радіуси горизонтальних кривих на з'їздах слід встановлювати відповідно до розрахункової швидкості [2] в середній частині з'їздів та похилу віражу згідно з таблицею 2.3.

Таблиця 2.3 – 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.

При існуванні ділянок перестроювання в межах розв'язку доцільно обирати їх довжину, враховуючи рекомендовану розрахункову швидкість руху в

середній частині з'їзду, згідно з таблицею 2.3 [2].

На прямих відрізках у розв'язках слід встановлювати найменші радіуси кривих в плані та поздовжньому профілі, а також враховувати найбільші поздовжні та рекомендовані поперечні похили, користуючись тими ж умовами, що й на перегонах.

На всіх з'їздах із похилим віражем від 20 % до 60 % рекомендується уникати збільшення поздовжнього похилу зовнішнього краю проїзної частини на ділянці відгону віражу понад 10 %.

Радіуси вертикальних опуклих і угнутих кривих на з'їздах слід розраховувати відповідно до рекомендованої розрахункової швидкості руху. На прямих відрізках можна встановлювати поздовжні похили, що перевищують максимально допустимі на основних напрямках магістральних вулиць і доріг на 10 %.

На розв'язках різних рівнів кількість смуг руху на з'їздах слід визначати, враховуючи розрахункову інтенсивність руху та пропускну здатність однієї смуги, залежно від розрахункової швидкості, а також умов руху в межах з'їзду, на ділянках відгалужень і примикань до прямих напрямків, використовуючи таблицю 2.4 [2].

Таблиця 2.4 – Розрахункова швидкість та умови руху в межах з'їзду, на ділянках відгалужень і примикань до прямих напрямків [2]

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

У межах округлень з'їздів, починаючи від радіуса 50 метрів, необхідно

знижувати граничні поздовжні похили. За значення радіуса 50 м гранична величина зменшується на 10 %, і кожні додаткові 5 м зменшення радіуса заокруглення додають ще 5 % до зниження граничного поздовжнього похилу.

Якщо розрахункова інтенсивність руху на з'їзді перевищує пропускну здатність однієї смуги, розглядається варіант двосмугових з'їздів. В розв'язках великих, значних і найзначніших міст на з'їздах слід передбачити не менше двох смуг руху у кожному напрямку, а в інших населених пунктах - не менше двох смуг руху в обох напрямках.

Ширина проїзної частини односмугових з'їздів повинна бути однаковою по всій довжині без додаткового розширення, з урахуванням можливості обгону за вимушеної зупинки автомобіля: 5 метрів для радіусів кривих більше 60 метрів і 5,5 метрів для радіусів кривих менше 60 метрів.

Проїзну частину односторонніх з'їздів для радіусів більше 150 м слід планувати з розширенням кривих. У випадку двосторонніх з'їздів, де проектується два зустрічні напрямки руху, проїзну частину кожного слід влаштовувати у формі окремої смуги або загальної проїзної частини з розділювальною смугою шириною не менше 2 метрів (примітка 1 [2]).

При наявності пішохідного руху на з'їздах рекомендується враховувати ширину тротуарів не менше 2,25 м. В випадках, коли пішоходів немає, можна використовувати технічні тротуари шириною не менше 1,0 м (примітка 2 [2]).

На місцях примикання та розгалуження поворотних з'їздів, де відмінність між розрахунковою швидкістю на магістралях безперервного руху та рекомендованою розрахунковою швидкістю на з'їздах перевищує 30 км/год, розглядається можливість встановлення перехідно-швидкісних смуг відповідно до таблиці 2.3.

В ускладнених умовах, таких як наявність забудови, комунікацій, чи цінних земельних угідь, за належного техніко-економічного обґрунтування можливо розглядати проектування розв'язків з радіусами поворотних з'їздів 30 метрів, якщо вони забезпечують необхідну пропускну спроможність.

Під час розробки проектів дорожніх розв'язок на різних рівнях слід

враховувати необхідність забезпечення бокової видимості на кривих і в областях в'їздів та виїздів з доріг. Мінімальні відстані для бокової видимості від краю проїзної частини повинні бути визначені як 25 метрів для доріг I-а, I-б і II категорій, та 15 метрів для доріг III, IV, V категорій.

Лівоповоротні з'їзди рекомендується розташовувати максимально близько до центру перехрестя, дотримуючись встановлених параметрів для плану та профілю. Використання прямих вставок на цих з'їздах не є рекомендованим.

Правоповоротні та лівоповоротні з'їзди мають з'єднуватися з дорогами, які перетинаються або прилягають до них, за допомогою перехідних кривих. Для забезпечення можливості переїзду автомобілів з перехідно-швидкісної смуги на крайню праву смугу руху основного проїзду слід улаштувати додаткову смугу завдовжки не менше 50 метрів.

Ширину проїзної частини односмугових з'їздів рекомендується призначати 6,0 метрів, а також укріплені смуги узбіччя шириною 0,5 метра, без додаткового розширення на кривих.

У випадку, якщо інтенсивність руху автотранспорту на з'їздах перевищує розрахункову пропускну здатність однієї смуги, слід проектувати двосмугові з'їзди з шириною проїзної частини не менше 7,5 метра, із зазначеними укріпленими смугами шириною 0,5 метра, додатковими розширеннями на криволінійних ділянках.

Ширина узбіччя на внутрішньому боці заокруглень повинна становити не менше 1,5 метра, а на зовнішньому – 3,0 метра. На всій ширині узбіччя рекомендується використовувати щільні щебеневі або гравійні суміші, або, в разі відповідного обґрунтування, матеріали, оброблені в'язучими речовинами, асфальтобетон, або бетонні плити.

Ширину узбіччя на прямолінійних ділянках з обох боків слід визначати на рівні 2,5 метра. Переходи між різними ширинами узбіччя на заокругленнях повинні враховувати довжину перехідної кривої.

На всіх з'їздах, в межах кривих, вирішується питання влаштування віражу з похилом від 20 % до 60 % відповідно до радіусу кривої та погодних умов.

Збільшення поздовжнього похилу зовнішньої крайки проїзної частини при віражі не повинно перевищувати 10 %.

Найменші радіуси кривих в поздовжньому профілі слід призначати відповідно до розрахункових швидкостей за таблицею 9.5. [2].

У зоні розв'язок доріг можлива організація автобусних зупинок за умови забезпечення як бокової, так і поздовжньої видимості. Забезпечення безпечної видимості на цих ділянках грає важливу роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху та комфорту пасажирів.

Існує кілька особливостей проектування перехідно-швидкісних смуг, які мають важливе значення для безпеки та ефективності дорожнього руху. Зокрема, ці смуги слід розглядати як додатковий елемент проїзної частини, спрямований на гальмування або розгін транспортних засобів. Вони особливо актуальні біля споруд дорожнього сервісу, на з'їздах та в'їздах до розв'язок доріг.

Довжина перехідно-швидкісних смуг повинна бути визначена відповідно до поздовжнього похилу доріг, враховуючи вимоги таблиці 3.5, а в горбистих і гірських районах – шляхом проведення розрахунків.

Проектування перехідно-швидкісних смуг для лівоповоротних з'їздів на дорогах I-а, I-б і II категорій транспортних розв'язок типу "лист конюшини" передбачає їх розгляд як єдину смугу для суміжних з'їздів, що покращує організацію руху.

Важливим елементом є розширення гальмівних смуг на відгоні, яке слід починати з уступу завширшки 0,5 метра. При цьому важливо забезпечити відмітну видимість кінця перехідно-швидкісної смуги при виїзді зі з'їзду.

Окремої уваги заслуговує питання розділення перехідно-швидкісних смуг і основних смуг руху в зонах перехрещень і примикань, а також в районах автобусних зупинок. Для доріг різних категорій визначено специфікації щодо відокремлення цих смуг розділювальною смугою або розміткою, що сприяє підвищенню безпеки і зручності руху.

Таблиця 2.5 – Довжина перехідно-швидкісних смуг [10]

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	

Пов'язання перехідно-швидкісних смуг із зовнішнім узбіччям здійснюється шляхом використання укріпленої смуги завширшки 0,75 м на дорогах I-а, I-б та II категорій і 0,5 м на дорогах III категорії.

Зокрема, важливо враховувати заборону суміщення смуг гальмування, що влаштовані біля одного об'єкта, із смугами розгону, розташованими біля сусіднього в попутному напрямку. Не допускається розташовувати смуги розгону для одного об'єкта поруч із смугами гальмування для іншого. При цьому пряма вставка між ними повинна бути не менше 25 метрів. Це важливе обмеження призначено для забезпечення безпеки руху та уникнення конфліктів між транспортними засобами, які гальмують і розганяються.

2.2 Проектування транспортних споруд на вулицях та дорогах при влаштуванні транспортних розв'язок у різних рівнях

Елементи поперечного профілю на мостах, шляхопроводах, тунелях, естакадах та інших транспортних спорудах, як правило, повинні бути

ідентичними тим, що використовуються для вулиць і доріг, що пролягають через них.

У виняткових випадках, на ділянках транспортних споруд, допускається відступ від стандартної розмірності розділювальної смуги.

Згідно з технологічною послідовністю комплексного проектування перетинань і примикань автомобільних доріг у різних рівнях, розв'язуються різні ключові завдання:

- забезпечення взаємозв'язку геометричних елементів плану в осях і кромках проїзних частин;
- встановлення проектної лінії поздовжнього профілю на з'єднувальних рампах;
- розв'язання питань вертикального планування;
- обчислення обсягів земляних, укріплювальних робіт, будівництва дорожнього покриття та інших споруд;
- визначення кошторисної вартості будівництва;
- розрахунок транспортно-експлуатаційних та загальних витрат за різними варіантами розв'язань;
- графічне, табличне та текстове оформлення проектної документації.

Елементи поперечного профілю на мостах, шляхопроводах, тунелях, естакадах та інших транспортних спорудах, як правило, повинні бути ідентичними тим, що використовуються для вулиць і доріг, що пролягають через них.

У виняткових випадках, на ділянках транспортних споруд, допускається відступ від стандартної розмірності розділювальної смуги.

Згідно з технологічною послідовністю комплексного проектування перетинань і примикань автомобільних доріг у різних рівнях, розв'язуються різні ключові завдання:

- забезпечення взаємозв'язку геометричних елементів плану в осях і кромках проїзних частин;

- встановлення проектної лінії поздовжнього профілю на з'єднувальних рампах;
- розв'язання питань вертикального планування;
- обчислення обсягів земляних, укріплювальних робіт, будівництва дорожнього покриття та інших споруд;
- визначення кошторисної вартості будівництва;
- розрахунок транспортно-експлуатаційних та загальних витрат за різними варіантами розв'язань;
- графічне, табличне та текстове оформлення проектної документації.

У межах двопрогонового шляхопроводу або тунелю розділювальна смуга для вулиць безперервного руху може бути визначена шириною 2,0 м, при цьому передбачається встановлення бар'єрного огородження та смуг безпеки з обох боків.

У ситуаціях, коли вулиця чи дорога не має розділювальної смуги, а проект транспортної споруди передбачає розміщення опор між проїзними частинами на прилеглій вулиці чи дорозі, необхідно передбачити розширення проїзної частини для влаштування розділювальної смуги.

Процес розширення та звуження проїзної частини на транспортних спорудах повинен включати плавні криві на ділянці завдовжки не менше 100 м, а також заокруглення, які відповідають вимогам для відповідної категорії вулиць і доріг.

Деталі щодо найменших радіусів вертикальних кривих вказані у таблиці 2.6. Величини цих радіусів, а також розрахункові відстані видимості на вулицях і дорогах слід враховувати відповідно до вказаних значень у таблиці 2.6.

При проектуванні елементів поперечного профілю на мостах, шляхопроводах, тунелях, естакадах та інших транспортних спорудах, зазвичай, слід враховувати їхні особливості та забезпечувати їхню відповідність елементам поперечного профілю вулиць і доріг, які вони перетинають. Однак, у виняткових ситуаціях, допускається обмежене звуження розділювальної смуги на транспортних спорудах.

Таблиця 2.6 - Величини найменших радіусів вертикальних кривих [2]

Розрахункова швидкість руху, км/год	Найменша відстань видимості зустрічного автомобіля	Найменша відстань видимості у плані, м	Найменший 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

В обмежених умовах розгляду, величини радіусів вертикальних кривих можуть бути прийняті наступним чином:

- для опуклих кривих – не менше 2000 м;
- для увігнутих кривих – не менше 500 м.

У такому випадку, на перехрещенні магістралей у різних рівнях обов'язково обмежується швидкість руху транспортних засобів з метою забезпечення необхідної видимості в поздовжньому профілі.

Під час проектування мостів важливо забезпечити умови безпеки руху на їхній повній довжині, що передбачає запобігання виїзду транспортних засобів

за межі призначених для них смуг проїзної частини, а також уникнення зіткнень з елементами конструкцій. Для досягнення цієї мети рекомендується встановлювати бар'єрні огорожі.

На вулицях і дорогах, де передбачено рух різноманітних транспортних засобів, включаючи трамваї, висота габариту під транспортною спорудою повинна складати не менше 5,5 м.

Визначення відстані від верху головки рейки до низу виступаючих конструкцій штучних споруд, що розташовуються над залізничними коліями, слід проводити відповідно до [14], але не менше ніж:

- для транспортних споруд завширшки до 5м (у нижній частині конструкції) – 6,3 м;
- за ширини транспортних споруд більше ніж 5 м – 6,5 м;
- для пішохідних містків завширшки не більше ніж 5 м, розташованих над коліями станцій, роз'їздів і обгінних пунктів – 6,8 м;
- за ширини пішохідних містків більше ніж 5 м – 7,0 м.

Визначення габаритів мостів має бути обґрунтовано індивідуальними техніко-економічними врахуваннями, враховуючи розміщення споруди, її архітектурно-композиційне значення та досвід експлуатації аналогічних споруд.

Ширина тротуарів на транспортних спорудах може бути зменшена порівняно з їхньою шириною на вулицях, які пролягають через них (відповідно до категорії нижче магістралі), і визначатися згідно з розрахунками, але не менше ніж:

- для магістральних доріг та магістральних вулиць безперервного руху – 3,0 м;
- для магістральних вулиць регульованого руху та районного значення – 2,25 м.

У випадках, де регулярний пішохідний рух відсутній, на транспортних спорудах і в тунелях обов'язково передбачається службовий тротуар завширшки від 0,75 м до 1,0 м, в особливо складних умовах – 0,5 м.

Ширину пішохідних тунелів, мостків, сходів і пандусів слід визначати в залежності від розрахункової інтенсивності пішоходів у годину "пік" і максимальної (середньостійкої) пропускної здатності однієї смуги шириною, м:

- для тунелів - 2000 (1500);
- для мостків - 1000 (750);
- для сходів - 1500 (1250);
- для пандусів - 1750 (1350) піш./год.

Проте, не менше 3 м для тунелів і мостків і 2,25 м для сходів і пішохідних пандусів (за умови влаштування двох сходів у кожному торці тунелю).

На сходах підземних переходів доцільно розділяти потоки пішоходів на вхід і вихід роздільними поручнями.

Пішохідні переходи на різних рівнях повинні бути обладнані спеціальними пристроями (ліфтами, пандусами і т. д.) для руху пішоходів із обмеженими можливостями.

Проектування сходів та пандусів повинно відповідати вимогам ДБН В.2.3-22 і розташовуватися на тротуарах та смугах озеленення з урахуванням напрямків і інтенсивності пішохідних потоків.

Враховуючи техніко-економічне обґрунтування, ширина пандусів повинна бути не менше 1,0 м, а похил не перевищувати 60 %. У складних умовах, за відповідним обґрунтуванням, похил може збільшуватися до 80 %.

Заглиблення підземних пішохідних тунелів від рівня вуличного тротуару до підлоги тунелю повинно бути мінімальним, з урахуванням розміщення підземних інженерних комунікацій.

Висота пішохідних тунелів від рівня підлоги до найвищого виступу стелі повинна бути не менше 2,3 м (у дво- або трипрогонових тунелях - не менше 2 м від поздовжнього ригелю).

Похил сходів не повинен перевищувати 1:3,3 з розміром сідців 12 x 38 см; в обмежених умовах допускається влаштування сходів з похилом 1:2,3 і розміром сідців 14 см x 32 см.

У одному марші не повинно вміщуватись більше ніж 12 сідців. Після

кожного маршу обов'язково має бути влаштована проміжна площадка завдовжки не менше 1,5 м. Східці та площадки слід розташовувати з похилом 15 %.

Поблизу сходів і пішохідних пандусів слід передбачити влаштування приямків з ґратами на всю ширину. Приямки повинні бути облаштовані водовідводом. Внутрішнє відведення води з тунелю та службових приміщень передбачається самопливом, системою труб, закладених в основі тунелю, з можливістю насосного відведення при необхідності.

У тунелях можливі поздовжні похили підлоги в межах від 10 % до 40 %, при поперечному похилі – 10 %. В окремих випадках за відповідним обґрунтуванням можливе влаштування підлоги без поздовжнього похилу. У такому випадку відведення води забезпечується за рахунок поперечного похилу підлоги та поздовжнього похилу від 4 % до 5 % пристінних лотків, що облаштовані водоприймальними ґратами.

У пішохідних тунелях слід передбачити приміщення для розміщення електротехнічного обладнання, обігріву сходів, водовідводу, зберігання прибирального інвентарю та обслуговуючого персоналу.

При розміщенні об'єктів попутного обслуговування пішоходів у переходах метрополітену, залізничних вокзалів та автовокзалів, необхідно забезпечити розрахункову ширину проходу пішоходів.

Поздовжній похил пішохідних містків не повинен перевищувати 30 %, винятково – 40 %, поперечний – від 15 % до 20 %, а висота – не менше 5,5 м від проїзної частини дороги.

У процесі створення рішень на різних рівнях важливо використовувати індивідуальний підхід, що ґрунтується на ретельному вивченні потоків руху в усіх напрямках. При цьому необхідно враховувати специфічні умови рельєфу місцевості та конкретні обставини, а також можливість відводу землі для реалізації рішень. Зазвичай в процесі проектування надається перевага найбільш потужним потокам руху, для яких створюються сприятливіші умови порівняно з іншими.

2.3 Пропускна здатність розв'язок у двох рівнях

Визначення типу перетину на різних рівнях часто ґрунтується на ключовому критерії - пропускній здатності дорожньої розв'язки. Пропускна здатність перетину визначається як максимально можлива кількість автомобілів, яка може входити в транспортний вузол та виходити з нього в усіх напрямках за одиницю часу. Загальна пропускна здатність розв'язку формується на основі пропускну здатності його окремих ділянок і елементів.

Деякі ділянки суттєво обмежують пропускну здатність. Серед них - ділянки злиття транспортних потоків при в'їзді із сполучних рамп на основні смуги руху, ділянки суміщеного транзитного та лівоповоротного руху перед виїздом на рампу і лівоповоротного після виїзду з рампи в зоні шляхопроводу на перетинах типу «лист конюшини», ділянки автомагістралей за примиканням правоповоротних рамп та ділянки виходу з основних смуг на правоповоротні рампи.

Ділянки виїзду з рамп на основні смуги автомагістралей, що перетинаються, вважаються найбільш "вузькими місцями" щодо пропускну здатності розв'язків. Ці ділянки визначають не лише пропускну здатність перетину, але й рівень комфорту і безпеки руху. Зокрема, при великій інтенсивності руху по правій зовнішній смузі автомагістралі, близькій до максимальної пропускну здатності, умови руху на з'їзді стають значно ускладненими, виникають черги автомобілів, що призводить до зниження швидкості руху та може сприяти утворенню заторів на дорозі.

Зручність руху в першу чергу залежить від забезпеченої швидкості. Для більш потужних потоків важливо зберігати максимально можливу швидкість, тоді як для менш потужних потоків допускається значне зниження розрахункової швидкості.

Перетин автомобільних доріг з невисокою інтенсивністю руху (III–IV

категорій) зазвичай реалізується неповними транспортними розв'язками. При їх плануванні допускається перетин траєкторій руху в одному рівні на дорозі нижчої категорії.

Визначення типу розв'язки залежить від ряду критеріїв, серед яких важливі:

- Категорія доріг, що перетинаються та транспортне завантаження вузла. Різні категорії доріг та різний обсяг транспортного руху впливають на вибір оптимального типу розв'язки.

- Розподіл потоків та склад руху за напрямками. Розуміння напрямків та складу руху є ключовим для визначення ефективності розв'язки в теперішньому та майбутньому.

- План прилеглої території. Характер території навколо перетину також впливає на вибір типу розв'язки.

- Геологічні та гідрогеологічні умови місцевості. Знання геологічних та гідрогеологічних умов важливе для забезпечення стійкості та безпеки розв'язку.

- Підземні комунікації. Інформація про глибину та технічні характеристики підземних комунікацій допомагає уникнути конфліктів при будівництві.

- Просторова геометрія та конструкція дорожнього одягу. Особливості геометрії та конструкції доріг, які перетинаються, впливають на вибір типу розв'язки.

- Характеристики пішохідних потоків. Забезпечення безпеки та зручності пішоходів важливе для дизайну розв'язки.

- Інші параметри, що впливають з особливостей місцевих умов. Різні додаткові умови, такі як екологічні чи соціокультурні фактори, також можуть враховуватися.

Вибір типу розв'язки також має враховувати архітектурно-композиційне ув'язування споруди з прилеглою забудовою та ландшафтом. Це особливо важливо для населених пунктів, де вимоги до естетичного вигляду та забезпечення відповідності з навколишнім середовищем є важливими.

Категорія доріг, які перетинаються, визначає розрахункові швидкості руху на лівоповоротних і правоповоротних з'єднувальних з'їздах. Ці розрахункові

швидкості в свою чергу визначають допустимі радіуси в плані та поздовжньому профілі. Залежно від категорії доріг, які перетинаються, призначають параметри перехідно-швидкісних смуг на з'їздах і виїздах, а також довжину перехідних кривих з'їздів.

При виборі схеми розв'язки намагаються забезпечити безперервність руху в напрямку дороги більш високої категорії. Такий підхід спрямований на оптимізацію руху на перехрестях та розв'язках, зокрема через належне врахування параметрів, що визначають рух на виїзді та в'їзді з доріг різної категорії.

Інтенсивність руху, розподіл її за напрямками і характер руху є важливими факторами, що впливають на вибір типу перетину або з'єднання на різних рівнях, а також на розміщення і конструктивні рішення його компонентів. Однією з ключових вимог є забезпечення неперервної ефективності роботи у будь-який час року, місяця, дня тижня та години доби. Тому під час обчислень враховують максимальні обсяги руху в усіх напрямках протягом години "пік" під час найбільш інтенсивного сезону року та дня тижня, при врахуванні перспективних потреб протягом 20 років. Динамічні характеристики транспортних засобів у потоці впливають на визначення таких параметрів, як ширина з'їздів, довжина перехідно-швидкісних смуг і ділянок перевлаштування потоків. Якщо у транспортному потоці кількість автопоїздів, що з'їжджають, перевищує 5%, параметри такого з'їзду повинні бути розраховані саме для цих транспортних засобів.

Для визначення оптимальної схеми перетину або з'єднання зручно використовувати графічне зображення інтенсивності руху у формі картограм транспортних потоків з вказівкою їх обсягів у відповідних одиницях виміру. Для цієї мети фактичну інтенсивність руху у транспортних одиницях перетворюють на інтенсивність однорідного транспортного потоку, який складається лише з легкових автомобілів.

Картограми інтенсивності руху, побудовані для різних прогностичних років, дозволяють вирішувати питання щодо послідовності будівництва. З плином

часу, зі зростанням інтенсивності руху, може виникнути необхідність перетворити неповні типи розв'язку в вузли перетину, які забезпечують повний рух у всіх напрямках без конфліктних ситуацій.

Ситуаційні особливості території, що прилягає до дорожнього вузла (будівництво, наявність залізниць, об'єкти народногосподарського призначення, сільськогосподарські угіддя тощо), можуть суттєво впливати на конфігурацію з'їздів в плані, призводячи до погіршення фізичних параметрів руху транспортних потоків та рівнів безпеки та зручності руху.

Рельєф місцевості поблизу перетину не лише визначає обсяги земельних робіт, але може також впливати на вибір типу основної штучної споруди (наприклад, шляхопроводу чи тунелю).

Геологічні та гідрогеологічні особливості прилеглої до транспортного вузла території часто впливають на вибір типу штучної споруди та методів її будівництва, таких як шляхопровід або тунель, насип або естакада. Ці фактори враховуються при визначенні глибини закладання фундаментів опор для шляхопроводів, виборі структурних рішень для прогонових споруд (розрізні або нерозрізні), та можуть вимагати організації систем водовідведення в тунелях та інших інженерних рішень. Всі ці аспекти в кінцевому підсумку впливають на вартість будівництва та бюджетну витратність проекту в цілому.

Також важливим є врахування розташування підземних комунікацій при розробці проектів розв'язок на різних рівнях в містах зі складною інфраструктурою, які мають густу мережу магістральних трубопроводів, кабелів і повітряних комунікацій. У таких умовах, у багатьох випадках, будівництво шляхопроводу може виявитися більш доцільним, ніж будівництво тунелю.

Геометрія доріг, які перетинаються, також може визначати вибір схеми розв'язки та основні планувальні і структурні рішення її компонентів. Кути перетину автомобільних доріг, умови перетину (особливо, коли одна або обидві магістралі, які перетинаються, мають криволінійний характер у плані), поздовжні та поперечні профілі автошляхів стають технічними обмеженнями,

які слід враховувати, дотримуючись усіх чинних нормативів.

У населених пунктах виникає проблема врахування безпеки пішоходів при проектуванні перехресть та примикань на різних рівнях. У разі наявності пішохідних переходів на одному рівні рух транспортних потоків стає неперервним та більш ефективним. В таких ситуаціях можуть вимагатися додаткові заходи, такі як позавуличні пішохідні переходи.

На вибір типу перетинання або примикання на різних рівнях впливає багато інших факторів, таких як капіталовкладення, експлуатаційні витрати, ефективність капіталовкладень, можливість стадійного будівництва, пропускна спроможність вузла, швидкість руху транспортних потоків, рівні зручності та безпеки руху, можливість лівоповоротного руху тощо.

Програмне забезпечення зазвичай дозволяє всебічно розглядати різноманітні варіанти розв'язків руху для будь-яких поєднань плану та профілю доріг, які перетинаються. Остаточне рішення щодо влаштування розв'язки у двох рівнях конкретного виду приймається після техніко-економічного порівняння варіантів таких розв'язків.

Техніко-економічне порівняння варіантів перетинань виконується на ранніх етапах проектування та включає такі кроки:

- Визначення кількості прийнятних для умов інтенсивності руху типів розв'язків, враховуючи їхню повність чи неповність.
- Встановлення підваріантів конструктивних і планувальних рішень для кожного типу розв'язку, розрахунок обсягів робіт і визначення їхньої будівельної вартості.
- Вирішення питань стосовно стадійності будівництва відповідно до зростання інтенсивності, з урахуванням можливості без нераціональних витрат, при рішенні на користь стадійного будівництва, розрахунковий період підсумовування витрат поділяється на етапи.
- Визначення інтенсивності руху, втрат часу на перетині, середніх швидкостей транспортних потоків та кількості ДТП для кожного року експлуатації.

При порівнянні варіантів транспортної розв'язки враховують зручність та комфорт користування розв'язкою. Зокрема, враховують:

- Одноманітність входу на лівоповоротні з'їзди, наприклад, розташування входу на з'їзд на ділянці перед шляхопроводом.
- Виконання принципу стадійності будівництва та розміщення з'їздів з урахуванням перспективного будівництва додаткових з'їздів або смуг руху.
- Використання окремого трасування смуг руху для більшого вписування у ландшафт та зручного поєднання з'їздів з дорогами, які перетинаються.
- Проектування криволінійних у плані шляхопроводів для створення з'їздів плавного обрису.
- Забезпечення вимог безпеки руху при конструюванні та розташуванні елементів шляхопроводу.
- Улаштування єдиного виїзду з дороги для правих та лівих поворотів.
- Проектування з'їздів для лівих та правих поворотів без прямих вставок.
- Улаштування ділянок розгону, гальмування і маневрування на перехідно-швидкісних смугах паралельно осі дороги.
- Забезпечення достатньої відстані видимості ділянки входу на з'їзди і перехідно-швидкісних смуги.

Вартість будівництва розв'язок на двох рівнях визначається наступними факторами: площа землі під ним, включаючи витрати на знесення будівель і споруд, вартість відчуження земельної ділянки, обсяг оплачуваних робіт і їх складність, потреба в основних дорожньо-будівельних машинах, обладнанні, транспортних засобах, робочі години, використані матеріали, як місцеві, так і імпорتنі, і залежить від загальної довжини з'їздів в одному смузі, площі дорожнього покриття на розв'язці, кількості шляхопроводів та їх загальної довжини, кількості водопропускних труб і так далі.

Метод математичного комп'ютерного моделювання транспортних потоків, який використовує доктор технічних наук В.В. Сільянов, базується на розрахункових схемах злиття транспортних потоків. Цей метод дозволяє оцінити вплив різних планових конфігурацій з'їздів та параметрів перехідно-

швидкісних смуг на умови руху транспортних потоків на ділянках з'їздів.

При оцінці пропускної здатності всього перетину вирішується екстремальна задача лінійного програмування. Функція мети цієї задачі визначається так, щоб максимізувати пропускну здатність перетину враховуючи обмеження. Обчислення пропускної здатності розв'язки руху в різних рівнях зводиться до відшукування максимуму функції у рамках встановлених обмежень. Цей процес виконується за допомогою методу лінійного програмування, такого як симплекс-метод.

Пропускную здатність розраховують для різних варіантів планування розв'язки та конструктивних рішень окремих її елементів. Такий підхід дозволяє врахувати різні сценарії та параметри при визначенні оптимального варіанту для пропускної здатності перетину.

$$P = N1 + N2 + \dots + N12 \Rightarrow \max \quad (2.1)$$

при виконанні наступних обмежень:

$$N3 < P1;$$

$$N2 + N3 + N6 < P5;$$

$$N7 < P9;$$

$$N6 < P2;$$

$$N8 + N9 + N12 < P6;$$

$$N10 < P10;$$

$$N9 < P3;$$

$$N1 < P7;$$

$$N8 + N4 + N12 < P11;$$

$$N12 < P4;$$

- ▲ $N4 < P8$;
- $N1 + N5 + N6 < P13$;
- $N7 + N11 < P14$;
- $N1 + N2 + N3 < P15$;
- $N4 + N5 + N6 < P18$;
- $N7 + N8 + N9 < P16$;
- $N3 + N11 < P19$;
- $N10 + N11 + N12 < P17$;
- $N9 + N5 < P20$;

де P – пропускна здатність перетинання в цілому, авт./год;

$N1...N12$ – інтенсивності руху по відповідних напрямках, авт./год;

$P1...P20$ – пропускні здатності відповідних елементів перетинання, авт./год.

Одним з найважливіших показників, які зумовлюють вибір тієї чи іншої схеми розв'язки в різних рівнях (наприклад, повної та неповної), є безпека руху на транспортному перетинанні.

Безпека руху на транспортному перетинанні є критичним аспектом при виборі схеми розв'язки. Декілька факторів впливають на безпеку руху як в одному, так і в різних рівнях:

1. Інтенсивність руху. Сумарна інтенсивність руху по напрямках, що перетинаються, визначає ймовірність виникнення аварій. Збільшення інтенсивності збільшує ризик аварій.
2. Склад руху. Неоднорідність складу транспортного потоку може збільшити аварійність. Різниця у швидкостях та типах транспортних засобів створює додаткові ризики.
3. Кути перетину доріг. Кути перетину доріг визначають умови для різних напрямків руху, визначаючи найбільш небезпечні напрямки. Некоректні кути можуть призводити до складних та небезпечних маневрів.
4. Планувальне рішення. Планувальні рішення, такі як радіуси заокруглень, наявність перехідно-швидкісних смуг, впливають на умови та безпеку руху.

Неправильне планування може призводити до складних маневрів та конфліктів.

5. Кількість і тип конфліктних точок. Конфліктні точки є місцями можливих конфліктів між рухом по різних напрямках. Кількість і тип конфліктних точок впливає на безпеку руху.

Врахування цих факторів допомагає забезпечити оптимальні умови для безпечного та ефективного руху на транспортному перетинанні. Технічно-економічне порівняння різних схем розв'язки допомагає вибрати оптимальний варіант з урахуванням безпеки руху та інших факторів.

Таблиця 2.7 – Пропускна здатність в'їздів розв'язок в двох рівнях

Рівень зручності	Інтенсивність руху по правій смузі головної дороги, авт./г	Пропускна здатність в'їзду, авт./г	
		при наявності ПШС	без ПШС
А	100	300	850
	300	330	625
Б	500	790	500
	700	740	425
В	900	700	325
Г	1000	610	220

Вїзд на основну смугу руху може мати чотири режими транспортного потоку:

1. Вливання з ходу (рівень зручності А):
 - Автомобілі вливаються на основну смугу без зупинки або при невеликому зниженні швидкості. Цей режим характеризується високим рівнем зручності.
2. Вливання з пригальмовуванням (рівень зручності Б):
 - Автомобілі вливаються на основну смугу, при цьому вони зменшують швидкість або зупиняються перед вливанням. Рівень зручності в цьому випадку менший, але все ще прийнятний.
3. Вливання автомобілів окремими пачками із затримками на очікування (рівень зручності В):
 - Автомобілі вливаються групами з певними затримками,

виявляючи певне очікування перед виїздом на основну смугу. Це може викликати певні незручності.

4. Вливання автомобілів в умовах утворення черг та заторів на з'їзді (рівень зручності Г):

- Автомобілі вливаються на основну смугу в умовах утворення черг та заторів на з'їзді, що може важкою мірою ускладнювати рух та знижувати рівень зручності.

Ці рівні зручності визначають, наскільки ефективно та безпечно відбувається виїзд на основну смугу руху в різних умовах транспортного потоку.

2.4 Проектування розв'язок в двох рівнях

Зона транспортного розв'язку визначається положенням перерізів початку (кінця) відгону розширення на перетинаннях (примиканнях) автомобільних доріг. На прикладі дороги А (рис. 2.1) границя зони транспортного розв'язку визначена перерізами а-а і b-b.

Для зміни напрямку руху праворуч використовуються правоповоротні з'їзди (ППО), а ліворуч - лівоповоротні з'їзди (ЛПО). Ці з'їзди можуть бути одно- або багатосмуговими, в залежності від інтенсивності руху автомобілів.

Зона транспортного розв'язку може включати різноманітні ділянки, такі як перехідно-швидкісні смуги, смуги для аварійної зупинки, а також шляхопроводи і збірно-розподільчі смуги.

На з'їздах швидкість руху зазвичай менша, тому вони повинні починатися і закінчуватися перехідно-швидкісними смугами для гальмування і розгону. На рис. 3.18 показані основні елементи розв'язок у двох рівнях.

План траси з'їздів може включати перехідні криві, кругові криві та прямі вставки. Розрізняють ділянки відмикання з'їздів при виїзді автомобіля з

основної проїзної частини і ділянки примикання при в'їзді на неї. Перехідні криві застосовуються між прямими ділянками та з'їздами з круговими кривими (ділянки відмикання і примикання), а також між прямими ділянками і круговими кривими безпосередньо на з'їздах.

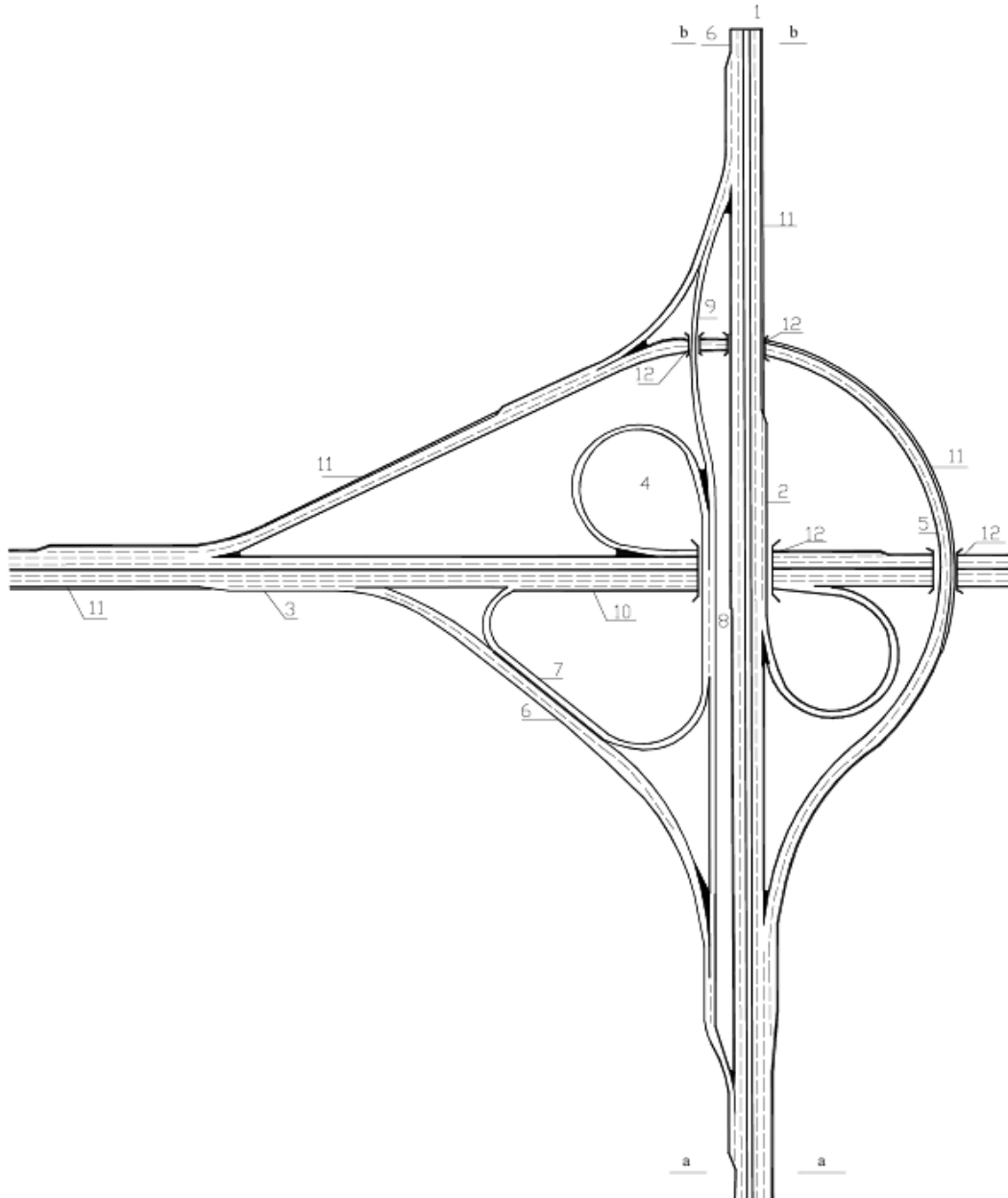


Рисунок 2.1 – Елементи транспортної розв'язки:

- 1 – головна дорожня частина;
- 2 – ділянка приєднання (смуга розгону);
- 3 – ділянка відокремлення (смуга гальмування);

- 4 – з'їзд для лівого повороту;
- 5 – комбінований з'їзд;
- 6 – з'їзд для правого повороту;
- 7 – з'їзд для лівого повороту, спроектований з урахуванням положення правого повороту;
- 8 – зона переплетення потоків;
- 9 – збірно-розподільна дорожня частина;
- 10 – додаткова смуга в зоні переплетення потоків;
- 11 – смуга для аварійної зупинки;
- 12 – мост;
- 13 – приєднання з'їзду з введенням додаткової смуги руху на головній дорозі;
- 14 – відокремлення з'їзду з головної дороги зі зменшенням кількості смуг руху на головній дорозі.

Для опису перехідних кривих можуть використовуватися клотоїди, якщо припустити, що швидкість руху автомобіля залишається сталою під час русі на ділянках відмикання або примикання. Однак спостереження показують, що автомобіль на цих ділянках рухається зі змінною швидкістю. Зокрема, швидкість зменшується під час руху на ділянці відмикання.

Цьому режиму руху більше відповідає рівняння перехідної кривої зі змінною швидкістю руху. В технічній літературі такі криві часто називають гальмівними перехідними кривими або кривими ПЕРС (змінна швидкість). Обидві ці криві забезпечують поступове збільшення відцентрової сили. Однак важливо враховувати, що швидкісний режим і траєкторія руху автомобіля визначаються водієм автомобіля. При проектуванні перехідних кривих для ліворучних з'їздів зручніше використовувати гальмівні криві, а для праворучних з'їздів - клотоїди.

Аналіз комплексної задачі передбачає визначення оптимальних параметрів для кривих або вертикального планування, які забезпечують найкращі умови для руху транспортних потоків та враховують просторову геометрію ділянок відгалужень і примикань з'їздів. Це включає встановлення параметрів для:

- типу і характеристик перехідної кривої;

- правил зміни поперечного нахилу віражу та розширення проїзної частини;
- поздовжнього профілю дороги;
- поздовжнього профілю з'їзду (в'їзду).

Цей підхід враховує різноманітні фактори, такі як форма і кривизна дороги, геометричні характеристики віражів та інші аспекти для створення оптимальних умов для безпечного та ефективного руху транспортних потоків. Аналізується тип перехідної кривої, закономірності зміни нахилу і розширення дорожньої частини, а також враховується ландшафт і додаткові фактори для визначення найкращих параметрів для віражів або вертикального планування.

При проектуванні ділянок розв'язок між дорогами, що перетинаються, тривалий час використовували криві, подібні до клотоїд, без врахування фізичних параметрів руху автомобілів зі змінними швидкостями, які є характерними для транспортних потоків в межах перетинань на різних рівнях. Проте наявний досвід експлуатації розв'язок та результати фундаментальних теоретико-експериментальних досліджень свідчать про те, що на ділянках розвідок і з'їздів переважає рух із змінною швидкістю, де рух сповільнюється на з'їздах та прискорюється на в'їздах. Однак форма клотоїди та її кривизна не завжди відповідають фізичним параметрам руху автомобілів із змінною швидкістю. Саме через це, починаючи з кінця 50-х років, було запропоновано багато варіантів використання на ділянках розвідок і з'їздів перехідних кривих спеціального типу, таких як криві зі змінною швидкістю.

Було проведено значущі теоретичні та експериментальні дослідження перехідних кривих різних типів на ділянках розвідок і з'їздів [1, 11, 12, 13, 14].

Необхідний характер зміни відцентрової сили, яка діє на автомобіль при русі по заокругленню з'їзду (в'їзду), може бути досягнутий лише у випадку, коли кривизна земляного полотна і поперечний ухил відповідають однакою зміні.

Крива типу клотоїди відповідає своєму призначенню лише за умови руху транспортних засобів з постійною швидкістю ($V = \text{const}$).

Поперечний ухил проїзної частини на ділянках кругових кривих з'їздів,

відомих як віраж, коливається від 40‰ до 60‰ (рис. 2.2).

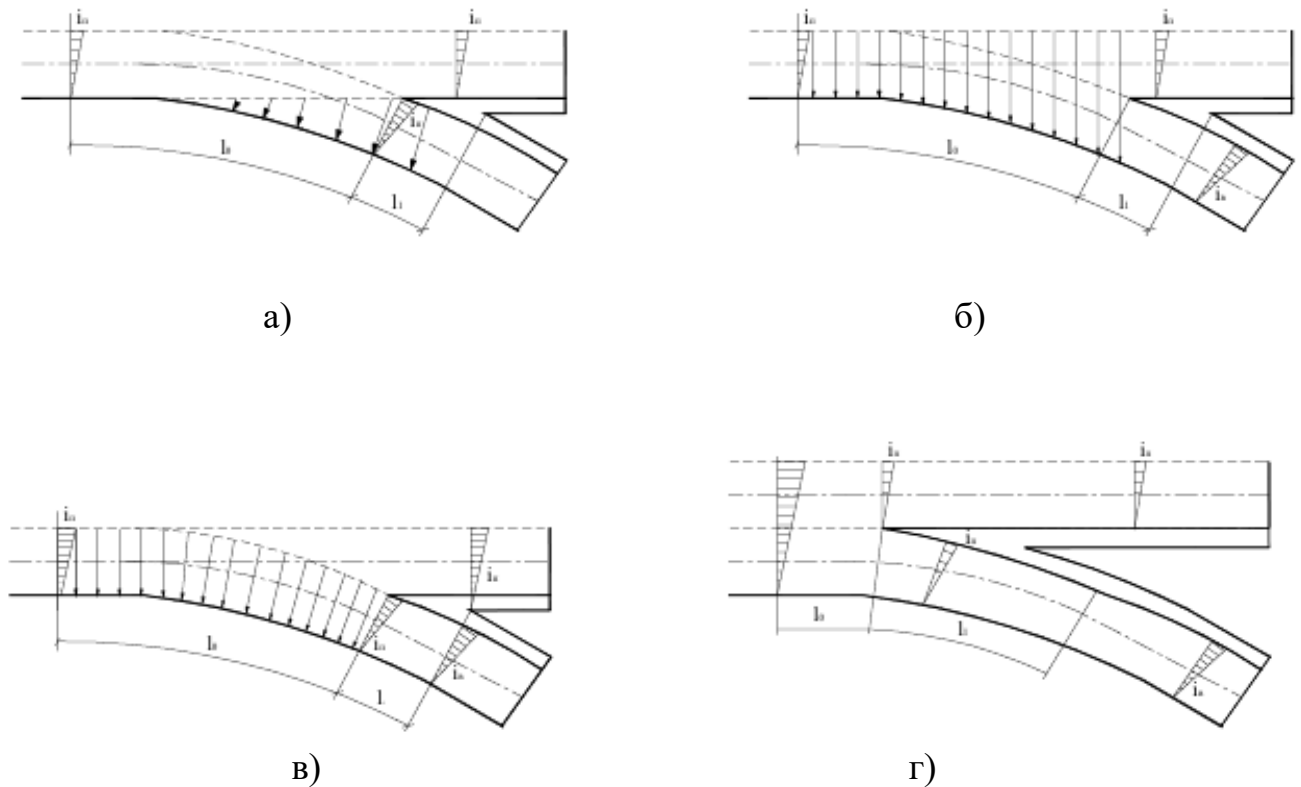


Рисунок 2.2 – Схеми відгону поперечного ухилу віражу на ділянках відмикання і примикань з'їздів

На прямих ділянках основних доріг цей ухил приймається на рівні 25‰ відповідно до умов водовідведення.

Можливі схеми відгону поперечного ухилу віражу представлені на рис. 2.2. Зазвичай обирається схема відгону (рис. 2.2, а), при якій поперечний ухил проїзної частини з'їзду в його поперечному перерізі, при поділі крайок проїзної частини (точка К на рис. 2.3), дорівнює поперечному ухилу основної проїзної частини, позначеному як i_0 .

Згідно вимог [2], з'їзди з транспортних розв'язок слід проектувати з використанням перехідних кривих. Якщо з'їзд проектують на змінну швидкість руху (лівоповоротний), то використовують гальмівні криві, а при постійній швидкості (правоповоротний) – клотоїду.

Коефіцієнт поперечної сили, який забезпечує стійкість автомобіля на кривих та комфорт для пасажирів, змінюється від 0,18 при швидкості 20 км/г до 0,12 при швидкості 150 км/г.

1. Розрахунки мінімально допустимих радіусів повинні бути проведені для всіх ліво- та правоповоротних з'їздів транспортної розв'язки.

2. При проектуванні транспортних розв'язок необхідно визначати довжину l суміщеної ділянки, яка включає з'їзд та основну дорогу (або перехідно-швидкісну смугу).

3. На цій суміщеній ділянці (рис. 2.3) зовнішня смуга руху основної дороги (або смуга гальмування) та з'їзд мають спільну проїзну частину для прямого та поворотного руху.

4. Тому при проектуванні даної ділянки в поздовжньому профілі слід враховувати ті ж параметри, як і для основної дороги.

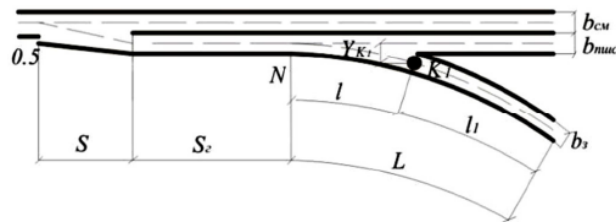


Рисунок 2.3 – Влаштування перехідних кривих. З'їзд із перехідно-швидкісної смуги:

S – участок, на якому відбувається розширення смуги гальмування;

$Sг$ – область, в якій розташована смуга гальмування;

N – точка початку перехідної кривої (початок з'їзду);

L – довжина перехідної кривої;

l – об'єднана ділянка;

l_1 – участок, де відбувається відгін віражу;

$Y_{к1}$ – ордината початку незалежного проектування з'їзду;

$b_3, b_{см}, b_{пшс}$ – ширина з'їзду, смуги руху основної дороги та перехідно-швидкісної смуги відповідно;

K_1 – початок незалежного проектування з'їзду.

РОЗДІЛ 3

ПРИКЛАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ У БУДІВНИЦТВО ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗОК В РІЗНИХ РІВНЯХ

3.1 Будівництво транспортної розв'язки в різних рівнях на перетині автомобільних доріг державного значення М-19 Доманове (на м. Брест) - Ковель - Чернівці - Терблече (на м. Бухарест) км 315+629

Проект будівництва транспортної розв'язки в двох рівнях на перетині автомобільних доріг державного значення М-19 Доманове-Ковель-Чернівці-Терблече та північно-східної ділянки обходу м. Тернопіль має свої особливості. У цій зоні впливу основними транспортними магістралями є автодороги М-12 Стрий-Тернопіль-Кропивницький-Знам'янка та М-19 Доманове-Ковель-Чернівці-Терблече, які є частинами міжнародного коридору Балтійське море-Чорне море. Південніше м. Тернопіль проходить траса нових міжнародних транспортних коридорів Європа-Азія та Критського №5. Наразі транспортні потоки, які використовують ці коридори, обходять місто Тернопіль північним обходом (автодорога Р-41) та частково магістральною мережею міста.

У теперішній час основний південний обхід міста Тернопіль, який пов'язаний із виходами на Бережани, Збараж та Підволочиськ, включає вулиці Степана Будного, об'їзну дорогу, вулицю Протасевича, Збараське Шосе і вулицю 15 Квітня. Проте, цей напрямок стикається з серйозними проблемами, оскільки наразі ця магістраль виконує подвійні функції — вона є вулицею загальноміського значення та ділянкою об'їзної дороги, одночасно несучи значне навантаження транзитного транспорту.

Проектування нової транспортної розв'язки в різних рівнях на перетині автомобільної дороги М-19 з північно-східною ділянкою обходу м. Тернополя має на меті створення безпечних умов для транспортного руху на цій ділянці, де перетинаються ці дві автомобільні дороги.

Розроблений проект транспортної розв'язки, згідно з вказаними завданнями, включає в себе повну структуру типу "лист конюшини". При його реалізації враховано перспективний розвиток об'їзної автомобільної дороги, включаючи побудову IV черги з загальною довжиною 6,7 км.

Розташування міста Тернопіль як транспортного вузла та його вплив на три автомобільні міжнародні транспортні коридори свідчать про належну необхідність будівництва обхідної дороги навколо міста.

Розглядувана ділянка цієї дороги на сході від міста з'єднує дві міжнародні автодороги державного значення, М-19 та М-12, які, в свою чергу, збігаються з маршрутом міжнародного автомобільного коридору Балтійське море-Чорне море.

В результаті обстеження існуючої та обґрунтування перспективної інтенсивності руху автотранспорту ТОВ «Експерт Проект Плюс» було визначено, що ділянка дороги М-19 до М-12 матиме інтенсивність руху на двадцятирічну перспективу 24-25 тисяч автомобілів на добу. Сумарна ж добова інтенсивність руху автотранспорту на перетині з автомобільною дорогою М-19 Тернопіль-Кременець (вузол А) на момент завершення будівництва складатиме 26739 одиниць, а на 20-річну перспективу – 36770 одиниць (рис. 3.1).

Наведені дані свідчать про необхідність будівництва I черги об'їзної автомобільної дороги м. Тернопіль з перспективною інтенсивністю в 24-25 тисяч одиниць, що значно більше межі в 14000 авт/добу (табл.4.1 [2]) за параметрами дороги I-б технічної категорії з такими параметрами:

- ширина земляного полотна – 25,5 м;
- ширина проїздної частини – 2 x 7,5;
- ширини розділювальної смуги – 3,0 м;

- дорожній одяг з удосконаленим капітальним типом покриття;
- довжина в межах розв'язки – 696 м.

На ділянці пересічення I-ої черги північно-східного обходу м. Тернопіль з автодорогою М-19 на км 315+629 об'їзну дорогу запроектовано у виїмці, з метою влаштування шляхопроводу на автомобільній дорозі М-19.

Шляхопровід запроектовано рамнонерозрізної конструкції по схемі на (рис. 3.3) 2x24 м. з габаритом Г-17+2x1.0, довжиною 49,80 м.

Технічні параметри автомобільної дороги М-19: друга технічна категорія.

Кількість смуг руху – 2, а довжина в межах розв'язки – 1010 м;

Право- та лівоповоротні з'їзди запроектовані односмуговими з шириною проїзної частини 6,0 + 2x0,5м. Загальна довжина з'їздів – 3,429 м.

Конструкція прогонової будови представляє собою збірномонолітну систему з балками каркасного армування, що надає можливість її інтеграції з опорами-стінами у вигляді єдиної рамної структури. Прогонова будова виконана як температурно-нерозрізна ланка, об'єднана шарнірними з'єднаннями з перехідними плитами на з'єднанні шляхопроводу з насипом.

Опори, незалежно від того, чи є вони проміжними чи береговими, розроблені на палевій основі. Однією з особливостей шляхопроводу є те, що проміжна стінкова опора є безригельною, а самі стінки з'єднані з прогоною будовою, що підкреслює "легкість" та ефективність цієї споруди. Ця конструкція має високу стійкість та гармонійність у поєднанні з функціональністю та естетикою.

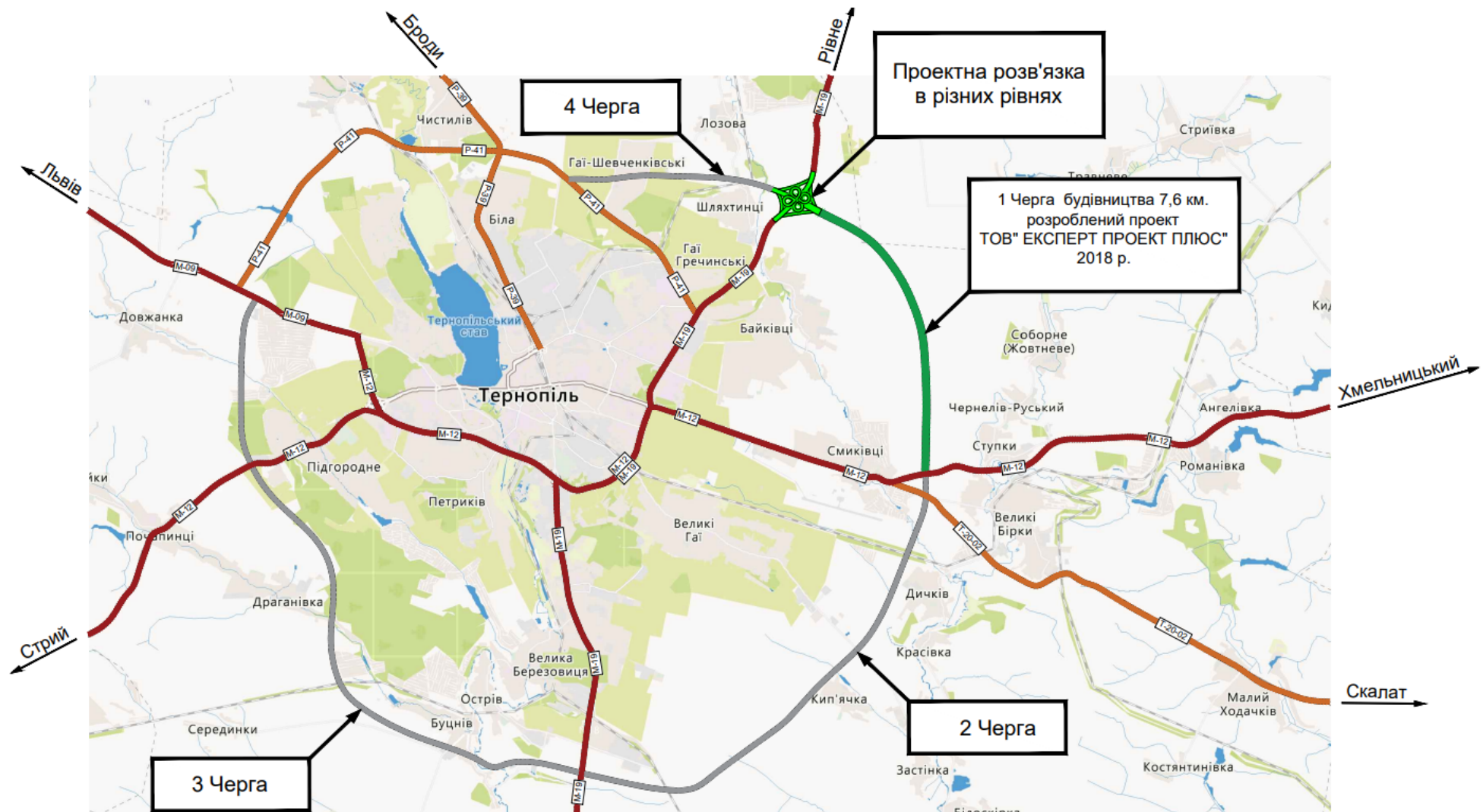


Рисунок 3.1 – Схема об'їзної автомобільної дороги та транспортної розв'язки в різних рівнях

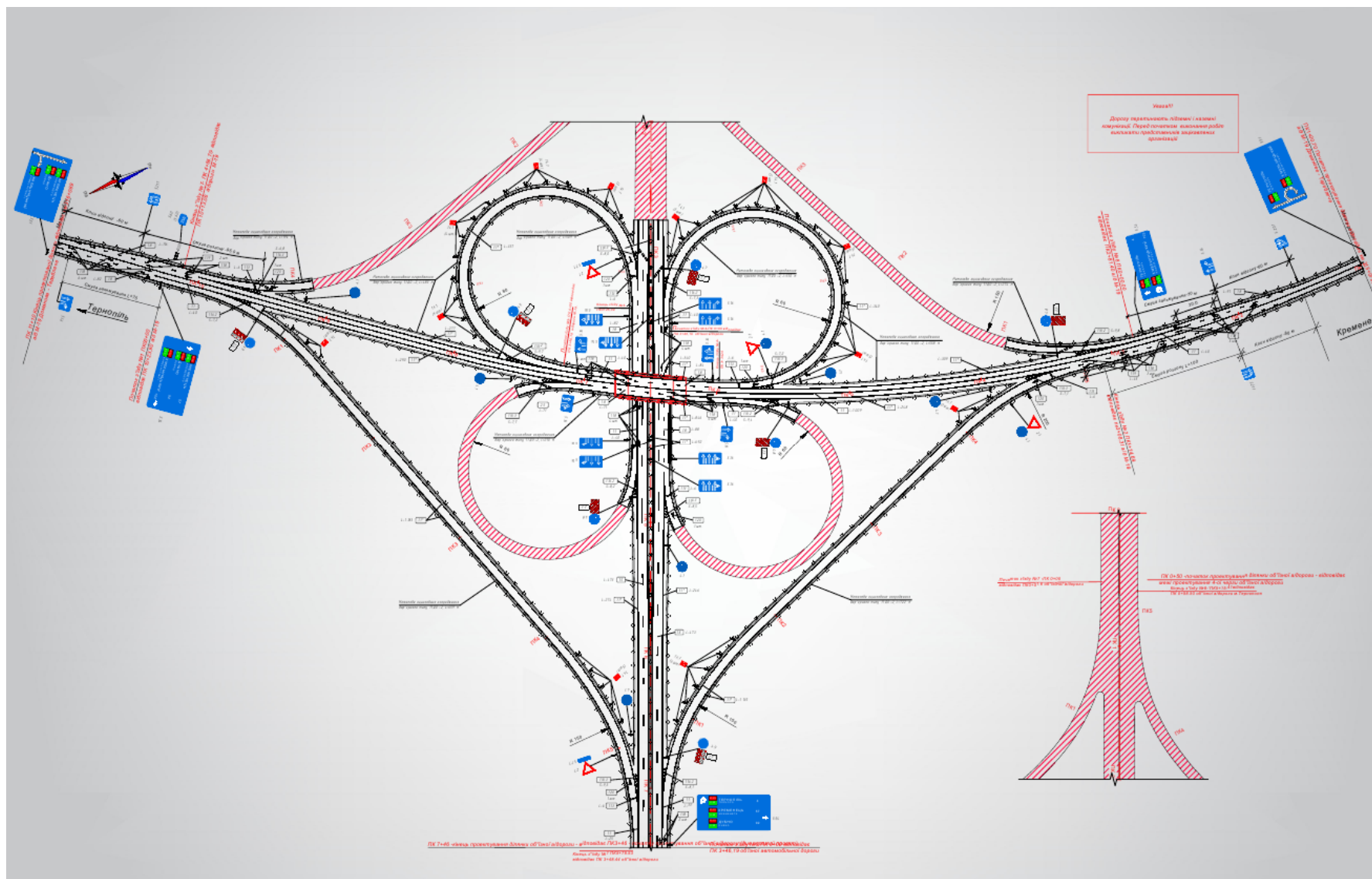


Рисунок 3.2 – Схема організації дорожнього руху

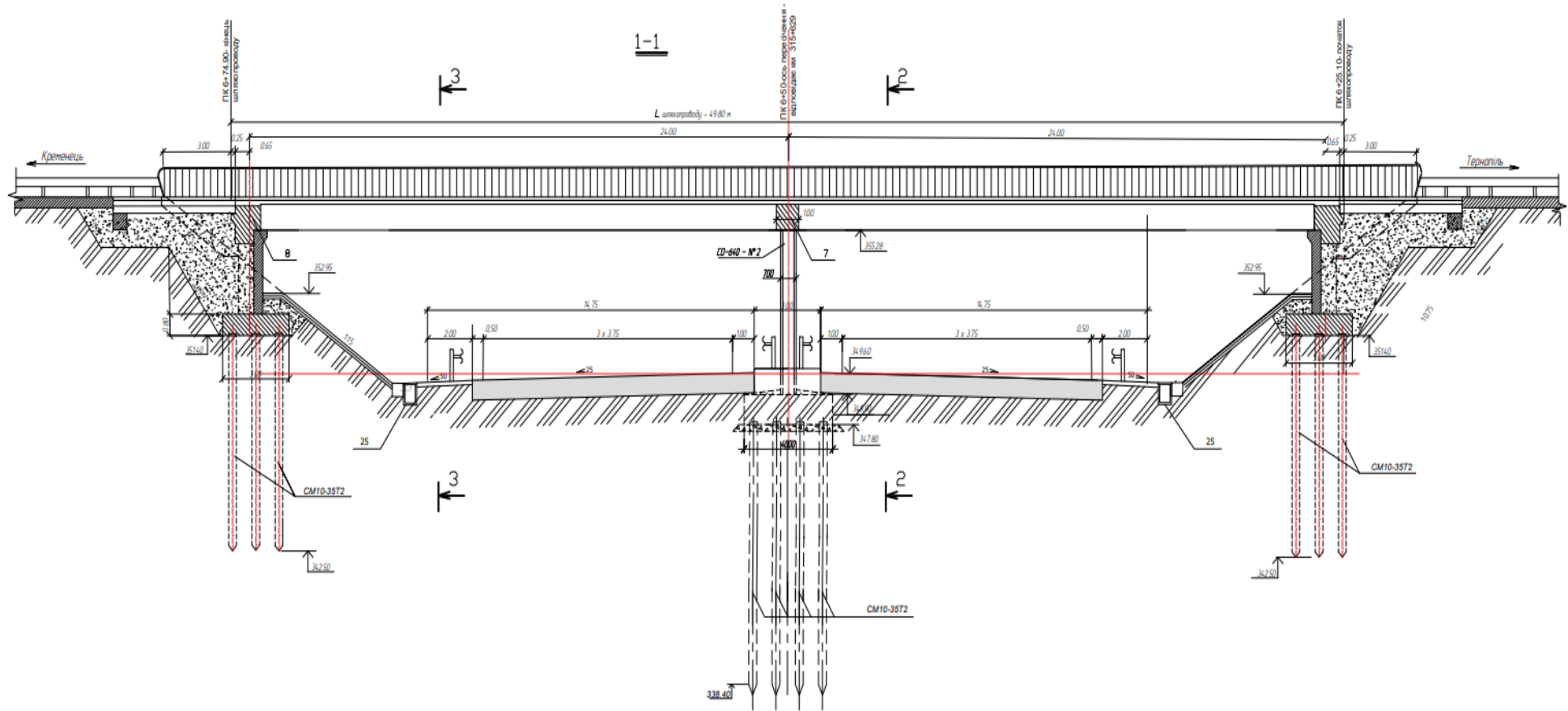


Рисунок 3.3 – Проект щяхопровіду, запроєктовано рамнонерозрізної конструкції

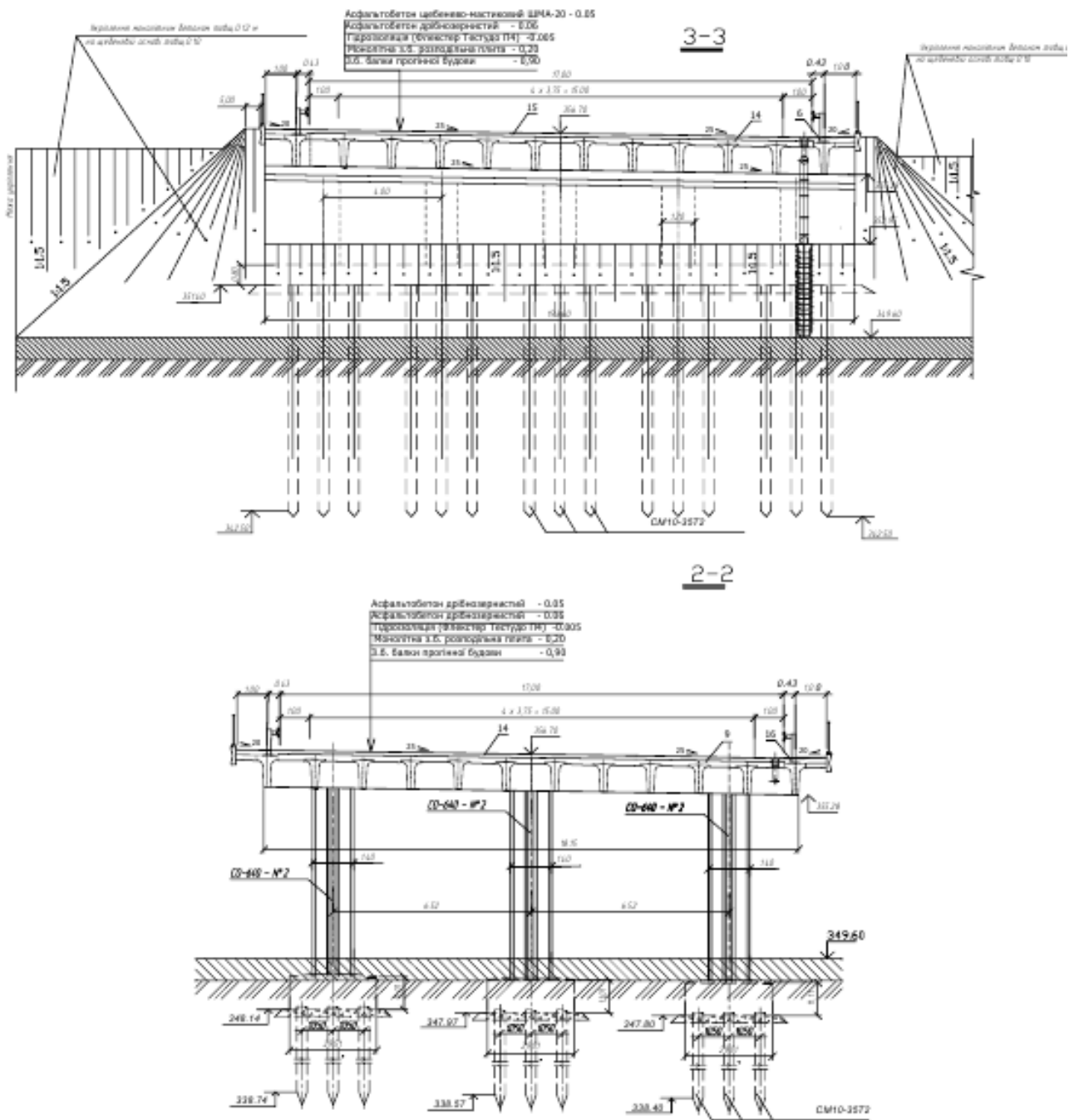


Рисунок 3.4 – Проект шляхопроводу, розрізи 2 -2 , 3 - 3

3.2 Проєкт реконструкції транспортної кільцевої розв'язки на двох найважливіших діаметральних магістральних напрямках: просп. 40-річчя Жовтня – бульв. Дружби Народів – міст ім. Є. О. Патона – просп. Возз'єднання та Столичне шосе – Наддніпрянське шосе – Набережне шосе – Набережно-Хрещатицька вулиця.

З кожним роком дорожня інфраструктура України вдосконалюється, але в порівнянні з Європою та Америкою ми залишаємося на відстані. Інновації зазвичай впроваджуються великими містами. Недавно Міністерство інфраструктури запровадило заборону лівих поворотів та встановлення кругових розв'язок. З 1 листопада 2020 року діє нова норма щодо проектування спеціальних острівців безпеки на трасах.

Столиця України розробила генплан на наступні 20 років, включаючи створення сучасних дорожніх розв'язків.

Кільцеві розв'язки для підвищення безпеки руху плануються на ряді ділянок, зокрема:

- на Харківській площі;
- на перехресті вулиць Бориспільської та Харківської траси;
- на проспекті Романа Шухевича;
- на площі Валерія Марченка;
- на вулиці Братиславській;
- на проспекті Академіка Палладіна;
- на вулиці Оноре де Бальзака;
- на Дарницькій площі;
- на вулиці Привокзальній;
- біля станції метро "Чернігівська";
- на Великій окружній дорозі.

Містобудівна рада Києва підтримала варіант реконструкції дорожньої розв'язки біля станції метро "Шулявська", який передбачає будівництво дорожньої петлі та знесення приміщень заводу "Більшовик". Проєкт був

представлений інститутом "Київдормістпроект" і включає в себе неповну "конюшину", що передбачає знесення корпусу заводу і будівництво на його місці петлі.

Кільцеві розв'язки є ефективним засобом регулювання трафіку, широко використовуваною практикою в Європі з метою підвищення безпеки руху. У столиці планується облаштувати 40 кільцевих розв'язків протягом року.

Необхідність реконструкції Шулявської транспортної розв'язки виникла після серії пожеж, одна з яких у квітні 2007 року призвела до часткової втрати несучої спроможності шляхопроводу. З того часу шляхопровід залишається на сталевих риштуваннях, очікуючи на реконструкцію, і поступово руйнується.

У 2008 році інститутом «Київдормістпроект», на замовлення Дирекції шляхово-транспортних споруд, було розроблено проект реконструкції, що включав будівництво нової розв'язки з розширенням шляхопроводу та збереженням схеми неповного «чотирилисника» (передбачалось будівництво третього лівоповоротного з'їзду за напрямком: вул. Довженка – пр-т Перемоги, на місці цеху №5 заводу «Більшовик», при цьому організація четвертого лівоповоротного з'їзду, за напрямком: пр-т Перемоги – вул. Гетьмана, залишалась через вулиці Петра Нестерова та Ежена Потьє).

Головними недоліками цього проекту були:

- неповний розв'язок напрямків руху, тобто залишаються нерозв'язаними один лівий, один правий та два розворотних напрямки.

- недосконала схема організації дорожнього руху, що має обмежену пропускну здатність розв'язки при інтенсивному русі на лівоповоротних напрямках.

Згідно досліджень інтенсивність руху за напрямками: Чоколівка – Святошино та Святошино - Дорогожичі складала 37,4% та 29,8% загального трафіку відповідно, що більше ніж вдвічі перевищує допустиму, згідно, на той час нормативного документу ДБН В.2.3-5-2001 «Вулиці та дороги населених пунктів».

– необхідність знесення цеху №5 заводу «Більшовик», загальною площею 12,8 тис. м².

– необхідність зупинки транзитного руху по Малій кільцевій дорозі на період реконструкції.

Пізніше була запропонована альтернативна концепція - трирівнева транспортна розв'язка з реверсним розподільним кільцем. Ця конфігурація дозволяє вирішити всі напрямки руху, включаючи розвороти, практично не має обмежень за інтенсивністю руху на лівоповоротних напрямках і зберігає значну частину цеху №5 заводу "Більшовик". Таким чином, ця пропозиція передбачає демонтаж лише 400 м² будівлі та дозволяє провести реконструкцію без перекриття руху (рис. 3.6).

Трирівнева розв'язка має надзвичайно компактні розміри, займаючи лише 1,8 га. Для порівняння: типовий повний "чотирилисник" на проспекті Бажана потребує 13,5 га та виходить за межі існуючих червоних ліній. Після будівництва такої розв'язки також звільниться дві земельні ділянки загальною площею 1 га, які зараз використовуються лівоповоротними з'їздами існуючої розв'язки, і на їхньому місці можна створити два нових сквери.

Компактність розв'язки, повний охоплення всіх напрямків руху та велика пропускна здатність можуть призвести до значних змін в транспортному русі на Шулявському вузлі. Водії зможуть обирати більш короткі маршрути та ефективно заощаджувати час подорожування на окремих напрямках.



Рисунок 3.5 – Схема влаштування кільцевої розв'язки



Рисунок 3.6 – Трирівнева транспортна розв'язка з реверсним розподільчим кільцем

Відповідно до проведених досліджень, актуальний попит на лівий поворот, зокрема маршрути Центр – Чоколівка через вулиці Нестерова – Потьє, складає лише 3,8% загального трафіку з напрямку Центру. У разі маршруту Дорогожичі – Центр через вулиці Виборзька – Гарматна, цей попит становить лише 0,2% загального трафіку з напрямку Дорогожичів. Водії уникають використання цих напрямків через значні втрати часу та намагаються будувати свої маршрути через інші вузли. Ця проблема залишається невирішеною у двох з чотирьох відібраних для подальшої розробки варіантах Шулявської розв'язки: у варіанті "Київдормістпроект" та варіанті ICDI №11.

Впровадження трьохрівневого рішення з реверсним розподільним кільцем призведе до значного зростання попиту на лівий поворот: Центр – Чоколівка, до 26,3% загального трафіку з напрямку Центру, а також на лівий поворот: Дорогожичі – Центр, до 32,6% загального трафіку з напрямку Дорогожичів.

Цей суттєвий перерозподіл попиту сприятиме значному розвантаженню прилеглих вузлів вулично-магістральної мережі міста. Взагалі по місту це призведе до транспортного ефекту у вигляді зменшення перепробігу транспорту на 92,2 тис. машинокілометрів на добу та скорочення втрат часу на пересування індивідуальним транспортом на 6,0 тис. людиногодин на добу. Наразі розроблено та промодельовано тринадцять варіантів розв'язки, з яких сім винесено на містобудівну раду, а чотири відібрано для подальшої розробки після обговорення результатів.

Високі техніко-експлуатаційні характеристики трирівневої розв'язки впливають з особливостей її топології. Результати проведених досліджень свідчать, що з теоретичної точки зору така схема руху забезпечує найбільшу пропускну спроможність і найменший коефіцієнт аварійності серед усіх відомих розв'язків першого класу. Як видно зі схеми, роз'їзд двох зустрічних транспортних потоків на трирівневій розв'язці з традиційним (аверсним) розподільчим кільцем призводить до утворення десяти конфліктних точок (рис. 3.7).

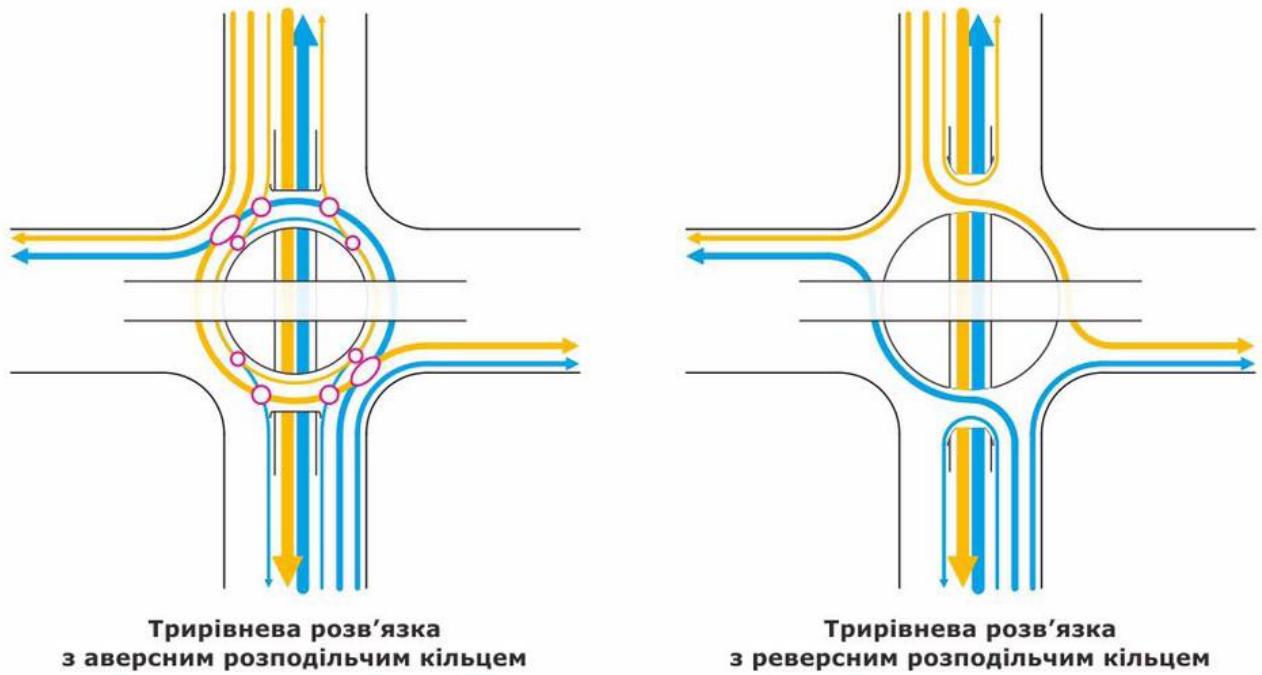


Рисунок 3.7 – Трирівнева транспортна розв'язка (схеми)

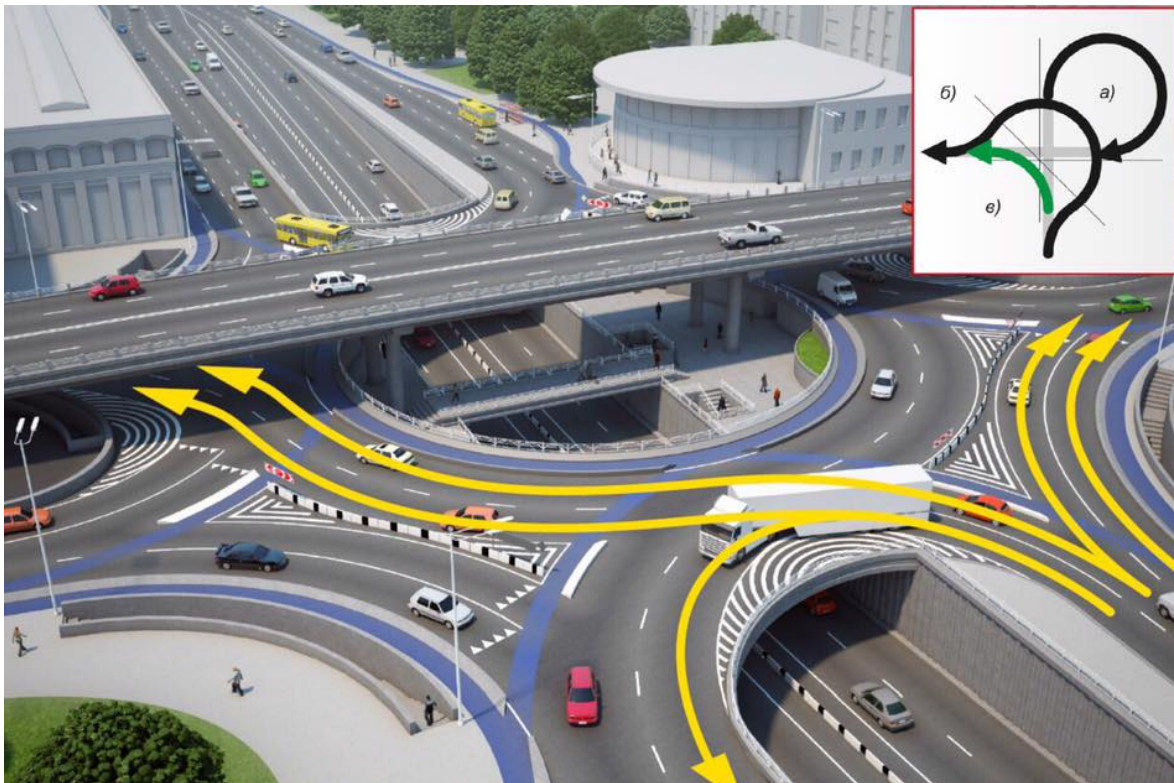


Рисунок 3.8 – Трирівнева транспортна розв'язка з реверсним розподільчим кільцем м.Київ, перетин проспекту Перемоги та вулиць Гетьмана і Довженка

На відміну від аверсної – реверсна схема, при роз'їзді зустрічних транспортних потоків не утворює конфліктних точок. Це дозволяє зменшити у 2,33 рази коефіцієнт аварійності, та у 2,5 рази потрібну кількість смуг на розподільчому кільці, при однаковій пропускній спроможності.

Таким чином, схема організації руху на реверсному розподільчому кільці є найбільш простою та інтуїтивно зрозумілою серед запропонованих варіантів, та розповсюджених схем організації дорожнього руху (ОДР) (рис. 3.9). Поворот праворуч виконується з правої сторони проїжджої частини. Поворот ліворуч – з лівої сторони проїжджої частини, без об'їзду центрального острівця (в). Розворот – через ліве плече, без виїзду на розподільче кільце. Схеми наведені на ситуаційному плані (рис. 3.9 - 3.11).



Рисунок 3.9 – Трирівнева транспортна розв'язка з реверсним розподільчим кільцем м.Київ, перетин проспекту Перемоги та вулиць Гетьмана і Довженка
(вид зверху)

У результаті історичного розвитку транспортної мережі міста, були створені два основних діаметральних магістральних напрямки для руху: один пролягає від проспекту 40-річчя Жовтня через бульвар Дружби Народів, міст ім. Є. О. Патона та проспект Возз'єднання, а інший простягається від Столичного шосе через Наддніпрянське шосе, Набережне шосе і завершується на Набережно-Хрещатицькій вулиці (рис. 3.10 – 3.13). Вузол утворений магістралями загальноміського значення регульованого руху – бульвар Дружби народів та Набережне шосе наведен на рис. 3.12.



Рисунок 3.10 – Схема вулично-дорожньої мережі міста Київ



Рисунок 3.11 – Ситуаційний план



Рисунок 3.12 – Ситуаційний план



а) транзит пр. Перемоги

б) пішохідний перехід через пр.Перемоги

Рисунок 3.13 – Трирівнева транспортна розв'язка

Магістраль Столичне шосе – Набережно-Хрещатицька вулиця - Наддніпрянське шосе – Набережне шосе, будучи складовою частиною меридіональної магістралі та об'єднуючи всі мостові переходи через річку Дніпро на правому березі Києва, відіграє важливу роль у системі вулично-дорожньої мережі міста. Вона також є продовженням зовнішніх шляхів до міста з боку Дніпропетровська на півдні та Овруча на півночі.

Даний дорожньо-транспортний вузол відповідає класифікації перетинів 4 класу. Основні ознаки цього класу полягають в тому, що прямі потоки можуть мати ділянки з поворотними потоками, що відрізняє їх від перетинів 3 класу, де прямі та поворотні потоки повинні бути безперервними та відокремленими.

Таким чином, на підставі натурального обстеження можна визначити, що даний вузол належить до перетинів 4 класу.

Складність транспортної проблеми цієї транспортної розв'язки полягає в кількох аспектах:

- мостові переходи через річку Дніпро, такі як міст Метро та Дарницький міст, недостатньо продовжуються як магістральні маршрути та закінчуються на Набережному та Наддніпрянському шосе. Це може створювати пробки та обмежувати ефективне використання цих мостів;

- розташування цієї транспортної розв'язки на перетині магістралей, які є частинами зовнішніх автодорожніх підходів до міста, призводить до великого транспортного навантаження на вузол. Це означає, що тут може бути високий об'єм руху, що ускладнює управління транспортним потоком та зменшує пропускну спроможність розв'язки;

- існування відносно великого транспортного потоку, який здійснює ліво- та правоповоротні маневри, може призводити до збільшення конфліктів на дорозі та підвищення ризику аварій.

Отже, всі ці фактори у поєднанні важчать забезпечення безпеки та ефективності руху в цьому транспортному вузлі, і вони вимагають уваги та можливих заходів для поліпшення ситуації.

Ускладнюючи ситуацію, існуюча транспортна розв'язка у формі листа "конюшини" на перетині Наддніпрянського та Набережного шосе та бульвару Дружби Народів має:

- недостатні геометричні параметри, такі як довжина ліній переплетіння потоків і радіуси лівоповоротних "вух", призводять до того, що лівоповоротні потоки не мають можливості злиття з основними потоками на прямих напрямках. Це створює ускладнення для руху і може призводити до накопичення транспорту на лівоповоротних смугах;

- аккумулявання лівоповоротних потоків і їх поступове виходження на основну магістраль призводить до помішкань для руху основного потоку. Це може спричинити багатогодинні затори і зниження пропускної спроможності розв'язки.

Для вирішення цих проблем можливі наступні кроки:

- перегляд і покращення геометричних параметрів транспортної розв'язки, включаючи збільшення довжини ліній переплетіння та оптимізацію радіусів поворотів;

- розробка ефективних схем регулювання руху та сигналізації для забезпечення кращого розподілу транспортного потоку.

Можливо, розгляд варіантів розширення та модернізації існуючої транспортної розв'язки для забезпечення більшої пропускної спроможності та зменшення заторів.

Вивчення можливості впровадження альтернативних шляхів руху або об'їздних маршрутів для розвантаження даного вузла.

Розв'язання цих проблем може вимагати співпраці між міськими владами, інженерами та спеціалістами з транспортного планування для створення більш ефективного та безпечного транспортного середовища.

Згідно з Генеральним планом Києва, передбачено проведення реконструкції мосту ім. Є. О. Патона з метою його розширення до 8 смуг руху. Також у планах включено будівництво автодорожнього тунелю, який простягатиметься

від Наддніпрянського шосе до вулиці Кіквідзе, що виступатиме як магістральне подовження Дарницького мосту.

Схема ОДР з аверсним рухом на розподільчому кільці має принципові вади, що обмежує пропускну спроможність таких розв'язок, підвищує аварійність, та призводить до закорковування кільця при інтенсивному трафіку, зокрема:

- при аверсному русі, згідно українських ПДР, пріоритет мають автомобілі, що в'їжджають на кільце, тобто, перешкода праворуч, що ускладнює з'їзд з розподільчого кільця;

- автомобілі, що рухаються внутрішньою смугою кільця, та намагаються з'їхати з нього, не мають пріоритету перед автомобілями, що рухаючись зовнішньою смугою, продовжують рух кільцем, де при взаємному перелаштуванні пріоритет має автомобіль який знаходиться праворуч;

- необхідність зміни смуги руху ПДР вимагають притримуватись правої смуги, в'їжджаючи на кільце, перелаштовуватись в ліву смугу, рухаючись по кільцю, після чого, знову перелаштовуватись в праву смугу, перед з'їздом з нього.

У відповідь на це, реверсний рух (рис. 3.14):

- надає безумовний пріоритет автомобілям, які з'їжджають з кільця, тобто перешкода праворуч;

- надає безумовний пріоритет автомобілям які з'їжджають з внутрішньої смуги кільця. що унеможлиблює його закорковування;

- проїзд кільця відбувається без зміни смуги руху.

Трирівнева розв'язка з реверсним розподільчим кільцем — це єдина з варіантів, яка була запропонована та відібрана для подальшої проробки в рамках розгляду. Вона має повністю ізольований пішохідний рівень, а пасажирські платформи громадського транспорту на ній розташовані максимально близько до центру перехрестя, що істотно скорочує довжину пішохідних маршрутів в межах пересадкового вузла. Результати розрахункових досліджень представлені в таблицях 3.1 та 3.2, а також на рисунках 3.15 - 3.16.

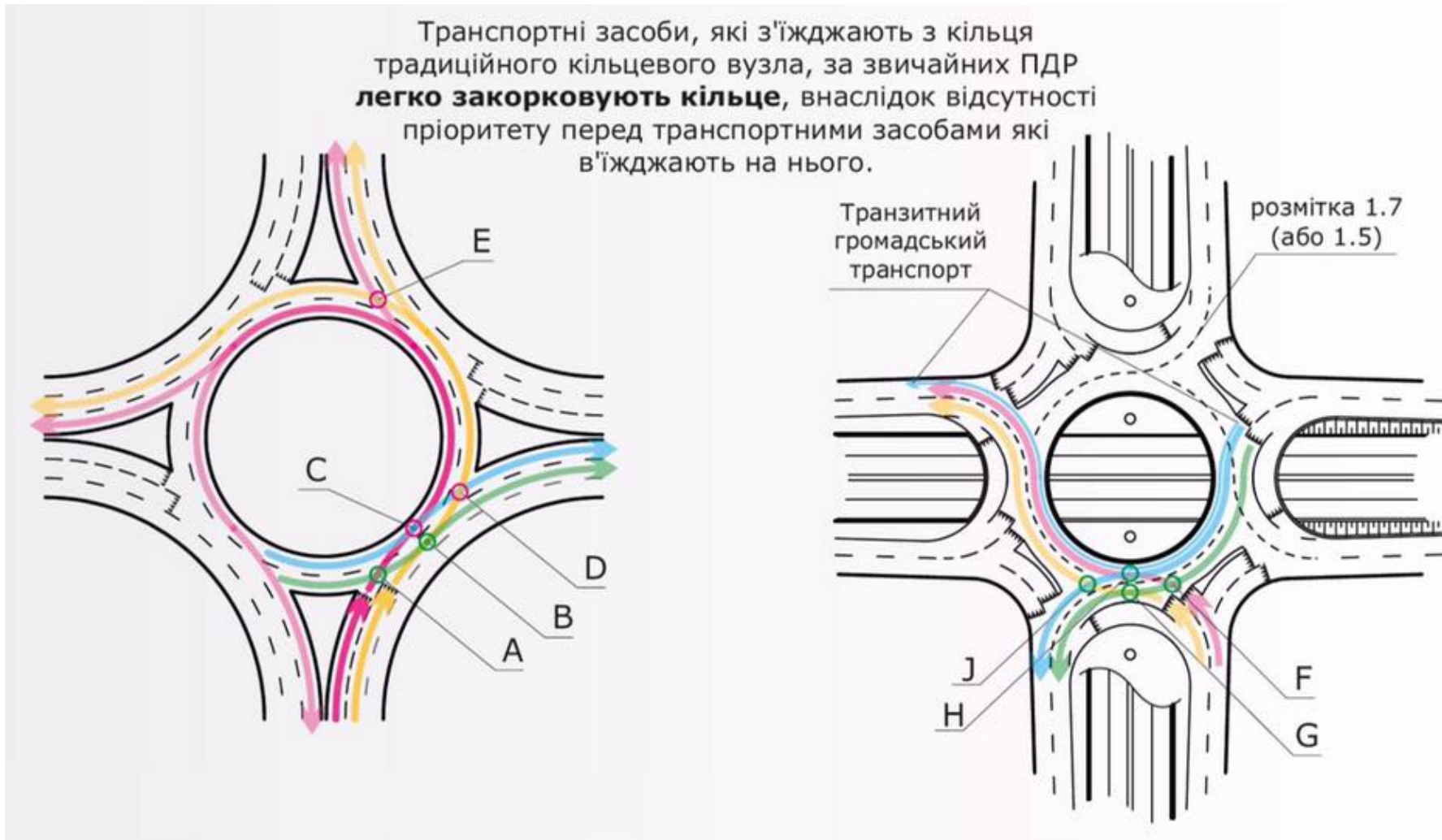


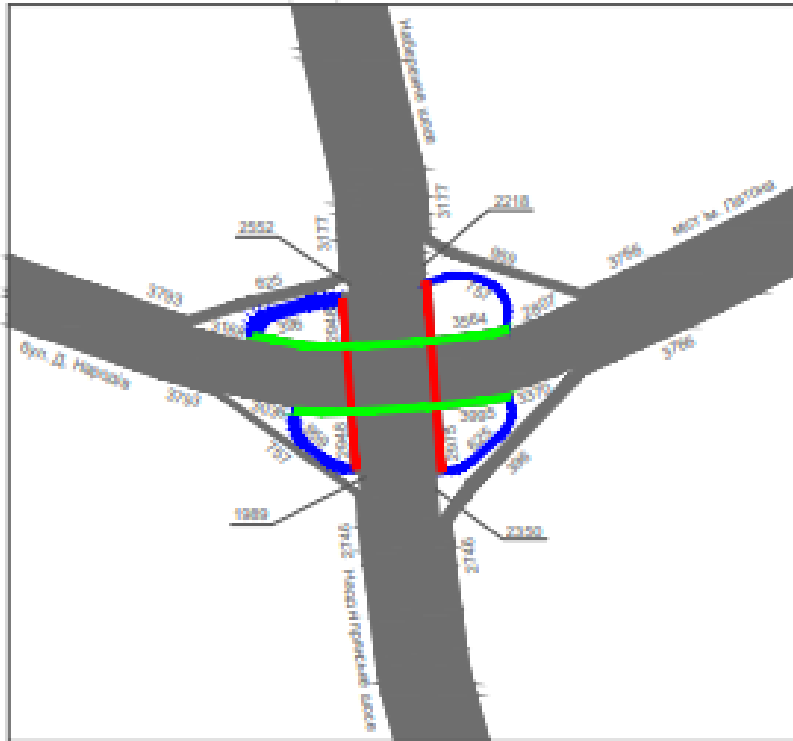
Рисунок 3.14 – Пріоритет руху

Таблиця 3.1 – Розрахункові дослідження

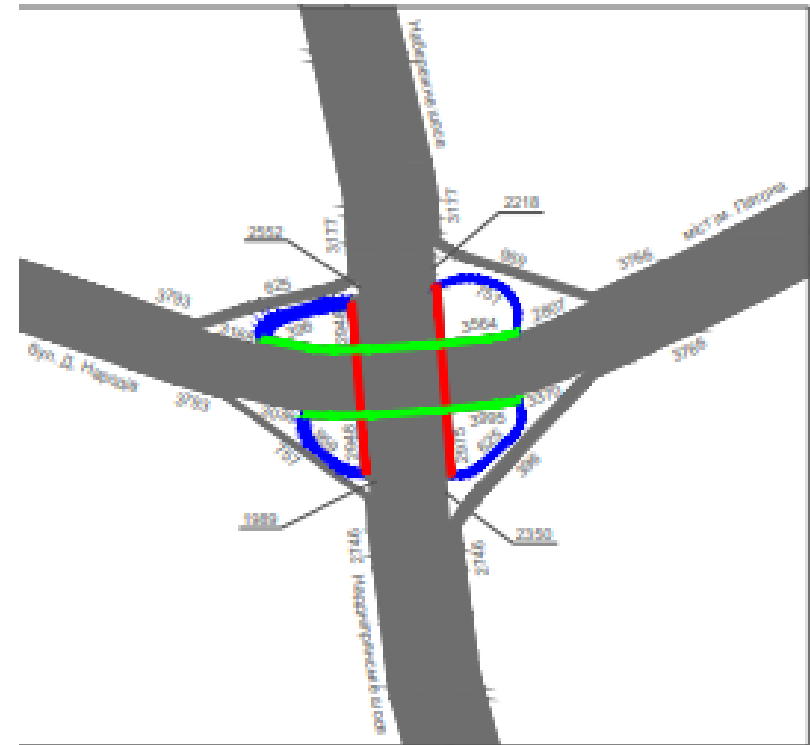
	Кільк. поїздок	Ср. протяжність [км]	Ср. різниця пробігу [км]	Пробіг ТЗ ІТ [км/добу]	Різниця шляху [км/добу]	Добова витрата палива [л/добу]	Δ вартості палива [млн. грн./рік]	Δs %
Ситуація 2016	1153977	17,849	0,749	20597386	-1640140	-172215	-1370	-8
2020 Без реконструкції	1314868	17,200	0,100	22615979	378453	-39738	-316	2
2020 Сценарій В ІТР	1300435	17,100	0,000	22237526				
Реконструкція з перекриттям руху	1300435	17,172	0,072	22330745	93219	-9788	-77,8	0,42
ҚДМП	1300435	17,092	-0,008	22227051	-10474	1100	8,7	-0,05
ICDI_1	1300435	17,090	-0,010	22224531	-12994	1364	10,9	-0,06
ICDI_2	1300435	17,088	-0,012	22221406	-16119	1693	13,5	-0,07
ICDI_3	1300435	17,088	-0,012	22222443	-15082	1584	12,6	-0,07
ICDI_4/Rev_4	1300435	17,029	-0,071	22145345	-92180	9679	77,0	-0,42
ICDI_5	1300435	17,084	-0,016	22217080	-20446	2147	17,1	-0,09
ICDI_11	1300435	17,088	-0,012	22221646	-15879	1667	13,3	-0,07
CRBC_1	1300435	17,090	-0,010	22224937	-12588	1322	10,5	-0,06
CRBC_2	1300435	17,089	-0,011	22223528	-13997	1470	11,7	-0,06
CRBC_3	1300435	17,091	-0,009	22225922	-11604	1218	9,7	-0,05
CRBC_4	1300435	17,089	-0,011	22222724	-14802	1554	12,4	-0,07
CRBC_5	1300435	17,098	-0,002	22234531	-2994	314	2,5	-0,01
CRBC_6	1300435	17,084	-0,016	22216140	-21385	2245	17,9	-0,10

Таблиця 3.2 – Розрахункові дослідження

	Ср. час поїздки [хв.]	Ср. різниця часу [хв.]	Час в дорозі ІТ [год/добу]	Різниця часу [год/добу]	Добова втрата часу [год/добу]	Δ вартість часу [млн. грн./рік]	Δt %	Δ транспортних втрат: [млн. грн./рік]	Δ\$ %
Ситуація 2016	36,0	-6,746	693306	-234195	-351292	-6708	-34	-8077	-18
2020 Без реконструкції	44,2	1,453	969641	42139	-63209	-1207	4	-1523	-3
2020 Сценарій В ІТР	42,8	0,000	927501						
Реконструкція з перекриттям руху	43,1	0,283	933641	6140	-9210	-175,9	0,66	-253,7	-0,56
ҚДМП	42,6	-0,167	923874	-3627	5440	103,9	-0,39	112,6	0,25
ICDI_1	42,7	-0,125	924792	-2709	4064	77,6	-0,29	88,4	0,20
ICDI_2	42,7	-0,129	924703	-2798	4197	80,1	-0,30	93,6	0,21
ICDI_3	42,7	-0,127	924743	-2758	4137	79,0	-0,30	91,6	0,20
ICDI_4/Rev_4	42,5	-0,279	921455	-6046	9069	173,2	-0,66	250,2	0,55
ICDI_5	42,6	-0,216	922820	-4682	7022	134,1	-0,51	151,2	0,33
ICDI_11	42,6	-0,201	923139	-4362	6543	124,9	-0,47	138,2	0,31
CRBC_1	42,9	0,062	928844	1343	-2014	-38,5	0,14	-28,0	-0,06
CRBC_2	42,7	-0,130	924691	-2811	4216	80,5	-0,30	92,2	0,20
CRBC_3	42,6	-0,222	922698	-4803	7205	137,6	-0,52	147,3	0,33
CRBC_4	42,6	-0,223	922669	-4832	7248	138,4	-0,52	150,8	0,33
CRBC_5	42,6	-0,171	923794	-3708	5561	106,2	-0,40	108,7	0,24
CRBC_6	42,6	-0,200	923156	-4345	6517	124,4	-0,47	143,3	0,32



а)



ПРОБЛЕМНІ ДІЛЯНКИ НА ПЕРЕТИНІ

Недостатня величина геометричних параметрів:

1. Довжина ліній переплетення:

— по Набережному шосе;

— по бульвару Дружби Народів.

2. — Радіуси лівопоротних з'їздів.

б)

Рисунок 4.11- Картограма інтенсивності руху транспорту в годину пік

а– існуюча, б - перспективна

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Особливості організації будівництва вулиць, доріг і штучних споруд

Структура та зміст проектів організації будівництва та проектів виконання робіт визначаються відповідно до ДБН А.3.1-5. Цей документ містить нормативні вимоги та рекомендації з питань підготовки та розробки проектів, пов'язаних з організацією будівництва та виконанням будівельних робіт.

Під час розроблення проектно-технологічної документації для будівництва вулиць, доріг і штучних споруд у населених пунктах важливо враховувати наступні особливості їх будівництва та подальшої експлуатації:

Безпека населення: Забезпечення безпеки мешканців та пішоходів під час будівництва та після завершення проекту має бути високим пріоритетом. Дотримання всіх необхідних заходів безпеки і сигналізація будівельних робіт є обов'язковими.

Місцева інфраструктура: Важливо враховувати існуючу місцеву інфраструктуру та дорожні мережі. Проект повинен допомагати забезпечити легкий доступ до існуючих об'єктів та послуг, включаючи школи, лікарні, магазини тощо.

Управління транспортом: Розглядаючи будівництво доріг, важливо враховувати планування та регулювання руху транспорту в місті або населеному пункті. Це включає в себе розробку оптимальних схем руху, регулювання світлофорами, пішохідними переходами та іншими заходами для покращення транспортної інфраструктури.

Збереження навколишнього середовища: Проект повинен враховувати вплив будівництва на навколишнє середовище та природу. Розробка планів утилізації відходів, захист від забруднення та інші екологічні аспекти є обов'язковими.

Участь громади: Важливо враховувати думку та потреби місцевої громади. Консультація з мешканцями та залучення їх у процес прийняття рішень може сприяти успішному виконанню проекту та підтримці його ідеї.

Необхідно вживати такі заходи:

- обмеження можливостей проведення будівельно-монтажних робіт у зв'язку з існуючою забудовою;
- наявність складної системи облаштування та інженерного обладнання, що вимагає чіткої послідовності виконання робіт;
- специфічні типи транспортних засобів та режим їх руху, а також характер навантаження біля зупинок маршрутного транспорту та автостоянок через знижену швидкість руху;
- негативні впливи водно-теплогового режиму дорожнього покриття та ґрунтового полотна: розміщення проїзної частини нижче інших елементів вулиці, що використовується для відведення поверхневих водостічних вод від водоносних підземних комунікацій; можливість підвищення рівня ґрунтової води за рахунок зменшення площі випаровування та через забудову;
- скорочення обсягу атмосферних опадів, які потрапляють в ґрунт, завдяки наявності бордюрів та швидкому відведенню дощової та талої води каналізацією, зменшенню глибини промерзання ґрунту внаслідок теплового впливу будівель;
- поліпшення санітарно-гігієнічних умов, що включає необхідність зменшення шуму, забруднення атмосферного повітря, радіаційного забруднення, а також поліпшення умов для збирання сміття, очищення від бруду, снігу, льоду тощо.

Підготовка будівельного виробництва повинна передувати кожному етапу виконання будівельно-монтажних робіт і охоплювати заходи з організаційно-технічної підготовки, підготовки до будівництва об'єкта, готовності будівельної організації до виконання будівельно-монтажних робіт. Структура та порядок упровадження цих заходів визначаються ДБН А.3.1-5.

Умови виконання робіт на дорожньо-транспортному об'єкті визначаються наступними аспектами: визначенням небезпечних зон, меж і осей підземних споруд і комунікацій; розробкою схем руху транспорту та пішоходів з урахуванням безпечних під'їздів до існуючих підприємств, будівель і споруд; уведенням протипожежних розривів; заходами для попередження забруднення території, водних та повітряних басейнів, а також для захисту від шуму, вібрації та інших шкідливих впливів.

Організація технологічних процесів має передбачати виконання робіт в межах відведеної та обладнаної технічними засобами ділянки. Заборонено проводити підготовчі роботи, завозити матеріали та обладнання, розміщувати машини і механізми на ділянці робіт до її огороження та обладнання технічними засобами для організації дорожнього руху. Організація, що виконує роботи, відповідає за обладнання ділянок робіт та правильне збереження технічних засобів.

Під час організації та виконання робіт слід дотримуватися правил техніки безпеки, забезпечуючи безпеку дорожнього руху на ділянках робіт. Організація руху транспорту та пішоходів під час будівництва повинна бути врахована в спеціальному розділі проекту виконання робіт і гарантувати безпеку руху та можливість відкриття максимального фронту робіт.

Впродовж будівництва дорожньо-транспортних споруд рекомендується застосовувати потокові методи організації робіт, з урахуванням встановлених проектом швидкості потоку, обладнаності машинами і механізмами, а також технологічних перерв. Вибір ступеня і характеру механізації робіт на будівельному об'єкті дійсно залежить від декількох факторів, включаючи технічну необхідність і техніко-економічну доцільність. Ось деякі ключові моменти, які враховуються:

Технічна складність робіт: Якщо завдання вимагає виконання складних або технічно вимогливих завдань, то механізація може бути необхідною для забезпечення точності і якості виконання.

Масштаб проекту: Для великих будівельних проектів, таких як магістральні дороги або великі будівлі, механізація може бути ефективнішою і економічно доцільною, оскільки дозволяє швидше завершити роботу.

Терміни виконання: Якщо об'єкт повинен бути введений в експлуатацію у короткий термін, то використання механізації може допомогти в цьому.

Фінансові обмеження: Залежно від бюджету проекту, використання дорогих будівельних машин і обладнання може бути або не бути доцільним.

Людські ресурси: Доступність та кваліфікація робочої сили також впливають на рішення щодо механізації. У деяких випадках, де робоча сила обмежена або недостатня, механізація може бути необхідною.

Специфічні вимоги до якості: Якщо об'єкт вимагає високої якості робіт, механізація може допомогти у досягненні цих стандартів.

Спеціальні вимоги та обмеження: Деякі проекти можуть мати спеціальні вимоги або обмеження, такі як збереження природи чи місцевих ресурсів, які також враховуються при виборі ступеня механізації.

Моніторинг та оцінка якості робіт з будівництва вулиць і доріг проводяться відповідно до вимог, викладених у ДБН В.2.3-4.

4.2 Проектування зовнішнього освітлення

Сучасне міське середовище вимагає забезпечення безпеки та комфорту для пішоходів і водіїв. Однією з важливих складових цієї безпеки є належне освітлення доріг та перехрестя. Освітлення багаторівневих розв'язок доріг, таких як міста, надходження та виїзди з тунелів, має велике значення для забезпечення безпечної та ефективною транспортної інфраструктури.

Основним завданням освітлення багаторівневих розв'язок доріг є підвищення безпеки дорожнього руху. Достатнє освітлення розв'язок доріг допомагає водіям краще розрізнити дорожні знаки, сигнали світлофорів, пішоходів і інші дорожні елементи. Це знижує ризик аварій і забезпечує безпечний рух на дорогах.

Правильне освітлення створює комфортне середовище для водіїв і пішоходів, особливо вночі або в умовах поганої видимості. Комфортне освітлення доріг сприяє зменшенню стресу водіїв та забезпечує їм кращий огляд ситуації на дорозі.

Освітлення доріг допомагає підтримувати потік транспорту в оптимальному режимі. Це особливо важливо на багаторівневих розв'язках, де важливо, щоб водії правильно обирали шлях руху і не створювали затори через недостатню видимість.

Для освітлення багаторівневих розв'язок доріг зазвичай використовують високоефективні світлодіодні лампи (LED). Вони мають високу якість світла, довгий термін служби та економію енергії.

Розміщення світлових приладів грає важливу роль у забезпеченні належного освітлення. Світильники повинні бути розташовані так, щоб забезпечити рівномірне покриття всієї дороги та зони розв'язку.

Сучасні системи освітлення можуть бути автоматизованими та віддалено керованими. Це дозволяє зменшити витрати енергії і підтримувати оптимальне освітлення в різний час доби.

Зовнішнє освітлення розв'язок, вулиць і доріг слід проектувати згідно з рядом нормативних та технічних вимог та стандартів, які варіюються в залежності від країни, а також типу і призначення освітленого простору. Ось кілька загальних принципів, які слід враховувати при проектуванні зовнішнього освітлення:

Норми освітленості: Визначте необхідні рівні освітленості відповідно до призначення конкретного простору. Наприклад, освітлення вулиць для дорожнього руху повинно відповідати конкретним нормам для безпечного ведення транспорту.

Рівномірність освітлення: Забезпечте рівномірність освітлення на всій площі без областей тіні або яскравих плям.

Кольорова температура світла: Вибирайте кольорову температуру світла відповідно до конкретних умов і призначення простору.

Енергоефективність: Розгляньте можливості використання енергоефективних джерел світла, таких як світлодіоди (LED), для зменшення споживання енергії і зниження експлуатаційних витрат.

Захист від засліплення: Застосовуйте дизайн освітлення, який уникне засліплення водіїв і інших користувачів доріг і не створюватиме неприємностей для жителів.

Довговічність та надійність: Вибирайте високоякісні світлові обладнання та системи керування для забезпечення тривалої служби та мінімізації потреби в обслуговуванні.

Естетичний дизайн: Поміркуйте про естетичний вигляд освітлення, який добре вписується в архітектурний ландшафт і оточення.

Загальна безпека: Забезпечте безпеку пішоходів, велосипедистів і водіїв, розміщуючи освітлення в стратегічних точках із врахуванням потенційних ризиків.

Екологічні аспекти: Враховуйте екологічні аспекти, такі як мінімізація світлового забруднення та вплив на природу.

Проектування освітлення повинно ґрунтуватися на індивідуальних потребах та умовах конкретного об'єкта і відповідати встановленим нормам та стандартам для забезпечення безпеки, комфорту і ефективності освітленого простору.

Зовнішнє освітлення вулиць, доріг і площ слід проектувати згідно з ДБН В.2.5-28.

Вимоги до освітленості на проїзній частині в межах розв'язок з двох і більше рівнів повинні відповідати стандартам освітлення основної магістралі, на якій ці розв'язки розташовані.

Освітленість на залізничних переїздах повинна відповідати таким вимогам: на переїздах I категорії – не менше 5 люксів, II категорії – не менше 3 люксів, III – не менше 2 люксів, IV – не менше 1 люкса. На перехрещеннях з автодорогами I і II категорій та магістральними вулицями загальноміського

значення слід розміщувати світильники на під'їздах до переїзду на відстані 100 м від крайньої рейки.

Для зовнішнього освітлення вулиць, доріг і площ рекомендується використовувати спеціальні світильники, їх конструкція повинна відповідати вимогам навколишнього середовища. Застосування прожекторів і відкритих ламп без освітлювальної апаратури не допускається.

Для досягнення середньої яскравості дорожнього покриття від $0,4 \text{ кд/м}^2$ і більше, а також середньої освітленості від 4 люксів і вище рекомендується використовувати світильники з високоекономічними газорозрядними джерелами світла, такими як дугові ртутні лампи високого тиску з направленою кольоровіддачею (ДРЛ), натрієві лампи високого тиску (НЛВТ) та металогалогенові (ДРІ) лампи. Проектуючи системи освітлення, рекомендується віддавати перевагу використанню комплексних систем освітлення з енергоефективними технологіями.

На магістральних вулицях і дорогах з інтенсивністю руху 2000 авт./год і вище, а також в районах, де концентрація пилу, диму та кіптяви в атмосферному повітрі перевищує $0,5 \text{ мг/м}^3$, рекомендується використовувати закриті пилезахисні світильники. Для освітлення транспортних і пішохідних тунелів слід застосовувати спеціальні та вандалостійкі світильники.

Відстань між світильниками та їхньої висоти підвішування повинна відповідати співвідношенню не більше 5:1 на вулицях і дорогах всіх категорій для одностороннього, осьового або прямокутного розміщення, і 7:1 за шаховою схемою розташування.

У випадках, коли ширина проїзної частини не перевищує 15 м, і нормативна яскравість покриттів становить $0,6 \text{ кд/м}^2$ і більше, може використовуватися однобічне освітлення проїзної частини. Проте, якщо ширина проїзної частини перевищує 15 м, в усіх випадках рекомендується передбачати двобічне освітлення.

Якщо тротуар відокремлений від проїзної частини розділювальною смугою шириною 5 м і більше, для його освітлення слід передбачати додаткове освітлення.

Освітлення перехресть, залізничних переїздів і пішохідних переходів на одному рівні повинне бути забезпечене, якщо це можливо, світильниками вуличного освітлення однієї зовнішньої форми. Проте вони можуть відрізнитися головним чином за кольором від джерел світла на прилеглих вулицях і дорогах.

Опори світильників повинні бути розташовані за межами проїзної частини на відстані від зовнішнього краю бордюру чи запобіжної смуги до поверхні опори, не менше таких значень:

- Магістральні вулиці і дороги:
- Безперервного руху – не менше 1,5 м.
- Регульованого руху – не менше 1,0 м.
- Вулиці і дороги місцевого значення – не менше 0,75 м.

При розміщенні опор на центральній розділювальній смузі шириною до 5 м рекомендується встановлювати металеве бар'єрне огородження з обох боків від опор. На мостах, шляхопроводах, естакадах опори слід встановлювати в створі огорожень у сталевих станинах або на фланцях, прикріплених до несучих елементів інженерної споруди.

В обмежених умовах, під час реконструкції, а також при використанні опор для підвішування контактної мережі на магістральних вулицях і дорогах безперервного та регульованого руху, можливе зменшення зазначеної відстані до 0,75 м за умови підвищення висоти бордюру до 20 см. На вулицях і дорогах місцевого значення можливе зменшення до 0,5 м, при відсутності автобусного чи тролейбусного руху та руху вантажних автомобілів.

На вулицях і дорогах, які облаштовані кюветами, можна встановлювати опори на бермі за кюветом, якщо відстань від опори до найближчого краю проїзної частини не перевищує 4 м.

Світильники, які призначені для вулиць і доріг з рядовим насадженням дерев, повинні бути встановлені за межами крони дерев. Для цього можна використовувати подовжені кронштейни, які направлені у бік проїзної частини, або використовувати тросове підвішування світильників.

У транспортних тунелях, зазвичай, світильники встановлюють на стінах у кутах перекриття на висоті не менше 4 м. У пішохідних тунелях бажано розміщувати світильники по осі перекриття за ребристою стелею або на стінах у кутах перекриття за рівною стелею.

У випадку освітлення великих транспортних розв'язок і площ, щоб скоротити кількість опор і покращити видимість, рекомендується використовувати високі опори, висота яких становить 20 м і більше. При цьому важливо забезпечити зручність обслуговування високорозташованих світильників.

Освітлення багаторівневих розв'язок доріг є важливою складовою для забезпечення безпеки, комфорту і ефективності транспортної інфраструктури. Воно допомагає водіям та пішоходам легше орієнтуватися на дорозі, підтримує потік транспорту і зменшує ризик дорожніх аварій. Технологічні рішення, такі як світлодіодне освітлення та системи автоматизації, дозволяють досягти максимальної ефективності та економії енергії.

Забезпечення належного освітлення багаторівневих розв'язок доріг є важливим завданням для міського планування та інфраструктурного розвитку.

ВИСНОВКИ

1. Безпека лівих поворотів на дорогах. За даними статистики, до 30% дорожньо-транспортних пригод на трасах виникають внаслідок лівих поворотів, що особливо небезпечно на ділянках з високою інтенсивністю руху. З урахуванням цієї проблеми, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України внесло зміни до будівельних норм для лівих поворотів при проектуванні автошляхів. Тепер, на дорогах з інтенсивністю руху понад 11 тисяч авто на добу рекомендується виключно влаштовувати різнорівневі розв'язки. Для трас з інтенсивністю руху від 5 до 11 тисяч авто на добу рекомендується використовувати кільцеві розв'язки або безпечні ліві повороти (кільцеві розвороти). На ділянках з інтенсивністю руху до 5 тисяч авто на добу, крім кільцевих розв'язків і розворотів, можливо також проектувати ліві відведені повороти.

2. Оптимальний транспортний перетин. Визначення оптимального типу транспортного перетину є завданням, що вимагає урахування різноманітних факторів. Серед них важливість мають: величина руху транспорту, категорії вулиць і доріг, безпека для транспорту та пішоходів, обсяг капітальних вкладень і експлуатаційних витрат, архітектурно-композиційні вимоги, розташування забудови, інженерні умови, рельєф місцевості, вільна територія, екологічні аспекти та інші фактори. На основі врахування цих аспектів можна визначити оптимальний транспортний перетин, забезпечуючи високий рівень безпеки та зручності для усіх учасників дорожнього руху.

3. Інші аспекти розгляду. При виборі оптимального типу перетину слід також враховувати архітектурні та естетичні аспекти, розміщення зелених насаджень, гідрогеологічні умови, а також вимоги до руху міського транспорту під час будівництва. За врахуванням цих аспектів можна забезпечити ефективне та естетичне використання перетинів для зручності усіх мешканців і гостей міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автомобильные пробки в Киеве. Статистика Яндекс за год [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://veddro.com/2015/04 /avtomobilnyie-probki-v-kieve-statistika-ot-yandeks-za-god/>.
2. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2015. [Чинний від 2016 – 04 – 01]. Київ Мінрегіонбуд України, 2015. 104 с.
3. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007. [Чинний від 2007 – 07– 01]. Київ, Держбуд України, 2007. 37с.
4. Автомобільні дороги. ГБН В.2.3-37641918-555:2016. Проектування. Київ: Мінінфраструктури України, 2016. 54 с.
5. Бабаєв В.М. Управління міським господарством: теоретичні та прикладні аспекти/ В.М. Бабаєв. Харків: Вид-во ХРІДУ НАДУ, 2004. 204 с.
6. Бартіш М.Я. Дослідження операцій/ М.Я. Бартіш, І.М. Дудзяний-Львів, ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. 120 с.
7. 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.
8. Бойчук В. С. Довідник дорожника. К. : Урожай, 2002. 557 с.
9. 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>.
10. ДСТУ 2587:2010. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила користування. Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. 50 с.

11. ДСТУ 2735-94. Огородження дорожні. Правила використання. Вимоги безпеки дорожнього руху. [Чинний від 2010-01-01]. Київ Мінрегіонбуд України, 2010. 50 с.

12. 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.

13. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. Київ, Мінрегіон України, 2018. 133 с.

14. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ, Мінрегіон України, 2018. 64 с.

15. Доля В.К. Транспортные потоки и противозаторные мероприятия на сети города / В.К. Доля, А.О. Лобашов, А.В. Прасоленко, С.Б. Дульфанд / Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. Донецьк, ДААТ, Вип. 3, 2012. С. 12-16.

16. 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

17. 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.

18. Закон України "Про Генеральну схему планування території України" №3059-III від 7 лютого 2002 року [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верхов. Ради України. Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3059-14>.

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

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

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

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

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

24. 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>.

25. 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>.

26. 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>.

27. 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>.

28. 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>.

29. 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>.

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

31. 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>.

32. 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>.

33. 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>

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

35. 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.

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

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

38. РВ.2.3-218-03449261-507:2006. Рекомендації по застосуванню пристроїв примусового зниження швидкості згідно з ДСТУ 4123. Київ: ДП «ДерждорНДІ», 2015. 35 с.

39. РВ.2.3-218-03449261-732:2008. Рекомендації щодо забезпечення безпеки дорожнього руху у темну пору доби. Київ ДП «ДерждорНДІ», 2017. 32 с.

40. 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.

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

42. 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.

43. 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.

44. 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.

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

46. Транспорт і зв'язок [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. 2016. Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

47. Якимов М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М. Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.

48. 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>.

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

50. 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.

51. Damrath R. Simulation of traffic dynamics [Електронний ресурс] / R.

Damrath, M. Rose, P. Milbradt // University Hannover, Germany. 2002. Режим доступа до ресурсу: <http://martinrose.net/pdf/Iran2002.pdf>.

52. Derrible S. The properties and effects of metro network Designs : D.Ph / Derrible Sybil Jean-Marie – Toronto, 2010. – 220 p.

53. Dhingra S. L. Traffic Flow Theory Historical Research Perspectives [Электронний ресурс] / S. L. Dhingra. 2008. Режим доступа до ресурсу: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec149.pdf>.

54. Erlemann K. Objektorientierte mikroskopische Verkehrssimulation : Dr.-Ing / Erlemann Kai – Bochum, 2009. 155 p.

55. Harding J. Modellierung und mikroskopische Simulation des Autobahnverkehrs : Dr.- Ing / Harding Jochen Bochum, 2007. 204 с.

56. Highway Capacity Manual. Washington: U. S. Department Commerce, Bureau Public Roads, 2000. 690 p.

57. Kittelson W. K. Historical Overview of the Committee on Highway Capacity and Quality of Service //Transportation Research Circular E-C018: 4th International Symposium on Highway Capacity. USA, Kittelson and Associates. Inc. 12 p. http://nationalacademies.org/trb/publications/ec018/01_63.pdf

58. Lorkowski S. Fusion von Verkehrsdaten mit Mikromodellen am Beispiel von Autobahnen : Dr.- Ing / Lorkowski Stefan – Berlin, 2009. 114 с.

59. Lutsyk O. Peculiarities of Passenger Transportation Traffic in Kyiv City/ O.Lutsyk, O. Stepanchuk, A.Bieliatynskyi, O. Pylypenko. // Transbaltica: 8th International Scientific Conference. Vilnius Gediminas Technical University, 9-10 травня 2013р. -Vilnius: Technika, 2013.- P.117-121.

60. Stepanchuk A. Particularities Of Automated Traffic Control Systems In The Cities Of Ukraine/ A. Stepanchuk, A. Bieliatynskyi, A. Pylypenko/ Science-Future of Litnufnia. Mosclas-Lietuvos ateitis. Vilnius 2013.№5.P. 572-577.

61. Stoilova S. An application of the graph theory which examines the metro networks / S. Stoilova, V. Stoev. // Transport problems. 2015. №10. P. 35–48.

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи
другого (магістерського) рівня вищої освіти,
виконаної на тему **«Конструктивні особливості вибору планувальних рішень проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях»**

здобувачем групи 8.1922-мбг

Бугрім Романом Вікторовичем

Актуальність дослідження. Протягом останнього десятиліття інтенсивність дорожнього руху в Україні та містах значно збільшилася. Цей зріст інтенсивності викликав серйозні проблеми на розв'язках доріг, спроектованих на одному рівні, де організація руху автомобілів повинна бути такою, щоб уникнути заторів. Особливо гостро ця проблема виникає на під'їздах до великих міст, обласних центрів і на перетині інтенсивних потоків транспорту. Найбільш оптимальним рішенням для поліпшення функціонування вулиць міста, забезпечення безпеки транспорту та пішоходам, а також зниження рівня шуму та забруднення повітря, полягає у впровадженні міських дорожньо-транспортних розв'язок на різних рівнях.

Відповідність виконаної кваліфікаційної роботи завданню. Кваліфікаційна робота на тему: «Конструктивні особливості вибору планувальних рішень проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях» 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 компіляції. Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Недоліки в роботі (у разі необхідності). Корисно доповнити роботу техніко-економічним обґрунтуванням проєктних рішень планування розв'язок, але це доповнення не впливає на загальну якість виконання роботи.

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 та вражаючим дослідженням, яке відзначається своєю важливістю та високим рівнем виконання. Висновки і пропозиції, викладені у дослідженні, мають характер науково-методичних розробок та прикладних рекомендацій, які можуть бути використані в містобудівній діяльності у процесі прийняття рішень щодо конструктивних особливостей вибору планувальних рішень проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях.

Кваліфікаційна робота здобувача другого рівня вищої освіти Бугріма Романа Вікторовича 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, Бугріму Роману Вікторовичу, може бути присвоєна кваліфікація магістра з будівництва та цивільної інженерії.

Кількість балів за шкалою ECTS 97 (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 **«Конструктивні особливості вибору планувальних
рішень проєктування розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних
рівнях»**

здобувачем групи 8.1922-мбг

Бугрім Романом Вікторовичем

Актуальність дослідження. Протягом останнього десятиліття інтенсивність дорожнього руху в Україні та містах помітно зростає. Цей збільшений обсяг транспорту призвів до серйозних труднощів на перехрестях, спроектованих на одному рівні, де потрібно організувати рух автомобілів так, щоб уникнути заторів. Особливо актуальною ця проблема стала на в'їздах до великих міст, обласних центрів і на перехрестях з інтенсивним транспортним потоком. Найоптимальнішим рішенням для поліпшення функціонування вулиць міста, забезпечення безпеки для транспорту та пішоходів, а також зменшення рівня шуму та забруднення повітря є впровадження міських дорожньо-транспортних розв'язок на різних рівнях.

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 Бугрім Роман Вікторович 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 виявлені (виявлені) 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. Бажано було б розширити інформацію у третьому розділі щодо питання пов'язаного з техніко-економічним порівняння вибору планувальних рішень проєктування запропонованих в роботі розв'язок доріг та перетинів магістралей у різних рівнях. Приведене зауваження не впливає на якість виконання роботи.

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

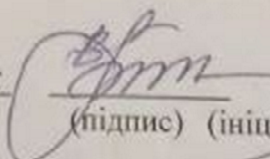
Кваліфікаційна робота здобувача другого рівня вищої освіти Бугріма Романа Вікторовича за актуальністю, обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичним значенням відповідає спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 - Архітектура та будівництво) та вимогам ОПП «Міське будівництво та господарство».

Кваліфікаційна робота виконана на високому рівні і заслуговує оцінки відмінно. Кваліфікаційна робота виконана у повному обсязі, відповідає встановленим вимогам і заслуговує позитивної оцінки, а її автору Бугріму Роману Вікторовичу, 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)


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