

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою  
Кафедра автомобільних доріг, геодезії та землеустрою

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до кваліфікаційної роботи магістра  
на тему  
**ПРИНЦИПИ І ПРИЙОМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ  
МЕРЕЖІ**

Розробив: Дем`янчук Євгеній Іванович  
студент гр. 601БА,

освітньо-професійна програма  
«Автомобільні дороги, вулиці та дороги населених  
пунктів»

№ з.к. **10588957**

Керівник: Литвиненко Тетяна Петрівна  
к.т.н., професор кафедри автомобільних доріг,  
геодезії та землеустрою

**Рецензент:**

В.о.директора державного підприємства  
«Агенство місцевих доріг Полтавської області»

Чичкань В.М.

**Полтава 2024**

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою  
Кафедра автомобільних доріг, геодезії та землеустрою

## **ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ**

до магістерської роботи

на тему

### **ПРИНЦИПИ І ПРИЙОМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЧНО- ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ**

Розробив: Дем`янчук Євгеній Іванович  
студент гр. 601БА,

освітньо-професійна програма  
«Автомобільні дороги, вулиці та дороги населених  
пунктів»

№ з.к. **10588957**

Консультанти:

розділ 1	<b>к.т.н., проф. Литвиненко Т.П.</b>
розділ 2	<b>к.т.н., доц. Ткаченко І.В</b>
розділ 3	<b>к.т.н., доц. Ільченко В.В.</b>
розділ 4	<b>к.т.н., доц. Ткаченко І.В</b>
Нормоконтроль	<b>к.т.н., доц. Ільченко В.В.</b>
Допустити до захисту зав. кафедрою	<b>д.е.н., доц. Шарий Г.І.</b>

## **ЗМІСТ:**

### **Завдання**

<b>ВСТУП. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ .....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ .....</b>	<b>11</b>
1.1. Розвиток ВДМ розвинених країн .....	11
1.2. Проблеми вулично–дорожньої мережі .....	25
1.3. Аналіз сучасної нормативної бази .....	30
1.3.1. Транспортна інфраструктура.....	30
1.3.2. Транспортно – пересадочні вузли.....	37
1.3.3.Мережа вулиць та доріг населених пунктів.....	40
1.3.4. Зупинки маршрутного транспорту.....	43
1.3.5. Автомобільні стоянки.....	48
1.4. Висновки до розділу 1.....	52
<b>РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТ .....</b>	<b>53</b>
2.1. Транспортна структура міста та її завдання, класифікація .....	53
2.2. Елементи транспортної системи міст.....	64
2.3.Вплив автотранспорту на навколишнє середовище .....	66
2.4. Структура вулично-дорожньої мережі.....	67
2.5. Планувальні схеми вуличної мережі міста.....	69
2.6. Транспортна модель міста.....	75
2.7. Висновки по розділу 2.....	77
<b>РОЗДІЛ 3. ПРИЙОМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ ВЕЛИКИХ МІСТ.....</b>	<b>78</b>

3.1.Визначення поняття «Універсальний дизайн» для вулично-дорожньої мережі .....	78
3.2. Основні принципи універсального дизайну для вулично-дорожнього простору.....	78
3.3. Досвід втілення універсального дизайну для вулично-дорожнього простору .....	79
3.4. Принципи реконструкції вулично-дорожньої мережі .....	81
3.5. Засоби реконструкції вулично-дорожньої мережі .....	98
3.6. Висновки по розділу 3.....	123
<b>4. ПРОПОЗИЦІЇ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ .....</b>	<b>125</b>
4.1. Тенденції в зміні до принципів проєктування вулично-дорожнього середовища після 2020 року.....	125
4.2. Особливості реконструкції вулиць в затиснених умовах.....	127
4.3. Засоби заспокоєння дорожнього руху.....	130
4.4. Пропозиції з реконструкції найбільш завантажених та аварійно-небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі міста Полтави.....	131
4.5. Висновки по розділу 4.....	134
<b>5. ВИСНОВКИ.....</b>	<b>136</b>
6. Список використаної літератури.....	138

## **ВСТУП. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ**

Умови життя в місті багато в чому залежать від того, наскільки ефективно організована робота транспортної мережі. Основне завдання транспортної мережі населеного пункту - забезпечити зручний та швидкий доступ жителів до місць роботи, місць відпочинку, підприємств сфери обслуговування, культурних та освітніх закладів. Складності, що пов'язані із пропуском транспортних потоків збільшуються пішохідними потоками.

На сьогодні кількість автомобілів індивідуального користування у містах України зросла, а збільшення транспортних потоків спричиняє виникненню транспортних проблем, що, у свою чергу, обумовлює негативні наслідки для транспортної мережі міста. Вулично-шляхова мережа міст України виявилася неспроможною витримати завантаження транспортними засобами (ТЗ).

Таке значне перевантаження вулично-дорожньої мережі міст, призводить до зменшення швидкості руху, що, у свою чергу, додає проблем із заторами на дорогах та призведе до затримок у русі, та, навіть, до збільшення числа дорожньо-транспортних пригод. Неспроможність прогнозування поведінки усіх учасників дорожнього руху ще більше ускладнює ситуацію на вулицях міста. Кожним водієм самостійно обирається маршрут пересування вулично-дорожньою, тим самим створюється перевантаження деяких перегонів та також транспортних вузлів на ній. Окрім цього, збільшення кількості транспортних засобів викликає зниження рівня безпеки дорожнього руху (БДР), призводить до збільшення чисельності дорожньо-транспортних пригод (ДТП), а також спричиняє екологічні проблеми і проблеми стану доріг.

Отже, невпинне збільшення кількості автомобілів підштовхує до необхідності вирішення таких гострих проблем, як: необхідності створення більш раціональної системи дорожнього руху, знаходження нових місць для облаштування паркування, забезпечення належною якістю дорожніх покриттів, реалізації заходів по охороні довкілля. Вирішення вищезазначених проблем вимагає системного підходу до управлінських рішень, ефективної

організації транспортних потоків та оптимального планування транспортної інфраструктури. Однією із найбільш важливих проблем міського руху - це забезпечити пропускну здатність вулично-дорожньої мережі. Складності, що пов'язані із пропуском транспортних потоків збільшуються пішохідними потоками.

Організація руху пішохідних потоків значно складніша, аніж організація транспортного. Близькість автомобільних потоків до пішохідних та сполучення їхніх рухів однією вулицею являється головною причиною дорожньо-транспортних пригод, які відбуваються у містах.

Першочергова задача полягає у визначенні об'ємів завантаження вулично-дорожньої мережі.

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) - це складний елемент транспортної системи міста, від роботи якого залежить функціонування усього міста. Кожне місто – це цілісний організм і, якщо транспортна система дає збій, бо вона дуже динамічна, то у такому випадку страждає усе місто.

Причини, по яким у транспортній системі населених пунктів можуть виникати труднощі обумовлені незадовільним технічним станом вулично-дорожньої мережі, невідповідністю її вимогам пропускну здатності, недосконалістю підходів до методів управління й організації транспортними та пішохідними потоками. Це, у свою чергу, негативно впливає на життя людей у місті, а саме: збільшуються витрати часу на пересування вулицями міста, збільшуються витрати пального, підвищується небезпека дорожньо-транспортних пригод, знижується ефективність роботи громадського пасажирського транспорту, ускладнюється організація вуличних стоянок автотранспорту, підвищується негативний вплив транспорту на жителів та навколишнє середовище.

Слід відмітити, що протягом останніх років збільшується чисельність громадських установ, бізнес-центрів, що призводить до необхідності в зосередженні великої кількості транспорту на певному відрізку ВДМ, а також зміни структури міста. Головною транспортною проблемою, яка виникає на

фоні цього явища, являється адаптація транспортних комунікацій до нових мостобудівних умов, в яких чітко відслідковується зв'язок архітектурних об'єктів і транспортних мереж.

Саме тому, спираючись на головне завдання при функціонуванні вулично-дорожньої мережі – це забезпечення зручного, комфортного та безпечного пересування пішоходів та транспортних засобів, у містах України постало нагальне завдання розробити та впровадити ефективні методи управління рухом пішохідних та транспортних потоків, які б оптимально розподіляли потоки ділянками ВДМ при мінімальних фінансових та енергетичних ресурсах.

#### *Мета і задачі дослідження*

Метою є дослідження прийомів та засобів реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів для підвищення ефективності її функціонування.

#### *Основні задачі дослідження:*

-провести аналіз сучасного стану, означити закономірності та особливості розвитку вулично-шляхової мережі як головної складової транспортної системи населеного пункту;

-з'ясувати головні зовнішні та внутрішні фактори, що впливають на функціонування вулично-дорожньої мережі населених пунктів;

-розглянути основні сучасні тенденції проектування вулично-дорожньої мережі міст;

-провести аналіз головних прийомів та засобів реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів;

-надати пропозиції з реконструкції найбільш завантажених та аварійно-небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі міста Полтави.

Об'єктом дослідження є вулично-дорожня мережа міст.

Предметом дослідження є прийоми та засоби реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів.

### *Методи дослідження*

Для виконання означених завдань були використані наступні методи дослідження:

- при проведенні теоретичного дослідження були використані методи математичного моделювання, математичної статистики та теорії транспортних потоків.

-для експериментального оцінювання розподілу транспортних засобів та інтенсивності руху транспортних потоків, визначення затримок ТЗ проводилися натурні спостереження з використанням загальноприйнятих методів та обладнання, а для обстеження пересування жителів проводилося опитування населення міста Полтави.

### *Практичне значення отриманих результатів*

Висновки і пропозиції, викладені у магістерській роботі, мають характер науково-методичних розробок та прикладних рекомендацій, які можуть використовуватися у містобудівній діяльності при прийнятті рішень щодо покращення умов транспортного обслуговування жителів населених пунктів. Теоретичні та практичні висновки магістерської роботи можуть бути використаними науковими закладами у процесі розробки нормативної документації по питанням будівництва та реконструкції ВДМ міст та проектними організаціями при розробці генеральних планів міст та комплексних схем транспорту для міст України.

Одержаний науковий результат може стати підґрунтям для подальших теоретичних, прикладних досліджень, що будуть направлені на розробку інтелектуальної системи управління вуличним рухом.

# РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

## 1.1 Розвиток ВДМ розвинених країн

Розвинені країни мають розгалужену вулично-дорожню мережу, яка забезпечена швидким та ефективним транспортом для перевезення вантажів та пасажирів. Урядами розвинених країн інвестуються кошти у громадський транспорт, такий як метро, автобуси, трамваї з метою зменшення транспортних заторів та покращення доступності для громадян.

Розвинені країни здебільшого забезпечені високорозвиненою вулично-дорожньою інфраструктурою, яка відіграє головну роль у забезпеченні ефективності транспортної системи, але все одно продовжують роботу над її покращенням. Це і реконструкція вулично-дорожньої мережі вулиць та доріг, розширення вулично-дорожньої інфраструктури, впровадження сучасної системи оплати за проїзд, електронних квитків та системи керування рухом автомобільного транспорту та пішоходів. Деякими розвиненими країнами вивчаються можливості запровадити електричний та автономний транспорт, який здатний покращити ефективність та зменшити вплив на навколишнє середовище. Ці аспекти доповнюють загальний підхід до розвитку транспортної інфраструктури в розвинених країнах, який спрямовується на забезпечення стабільної та ефективної системи переміщення для населення та підтримку сталого розвитку міст і регіонів.

До 1970-х років багатьма містами розвинених країн розпочався перегляд вимог до функціонування вулично-дорожньої мережі. Транзитного функціонування стало недостатньо, з'явилися вимоги до вулиць, які б повинні були стати місцем для зустрічей, культурного дозвілля, обміну знаннями, а також міського життя. У ті роки запущений процес триває до сих пір, і багато міст у світі беруть у ньому активну участь. Підтвердженням тому є проведення масштабної реконструкції вулиць та доріг, а також розробка нових принципів, прийомів, норм, стандартів, відповідно до яких у містах буде

місце і для автомобілів, і для велосипедистів, і для пішоходів, включно із людьми з обмеженими можливостями.

Світовий досвід показує, що навіть великі капіталовкладення у розвиток вулично-шляхової мережі, не надає рішення проблемам усього комплексу ВДМ, а тому найкращими містами з точки зору організації в роботі транспорту, такими, як Копенгаген чи Берлін використовується так звана піраміда пріоритетності, яку радять застосовувати при прийнятті рішень щодо проєктування і реконструкції вулиць.

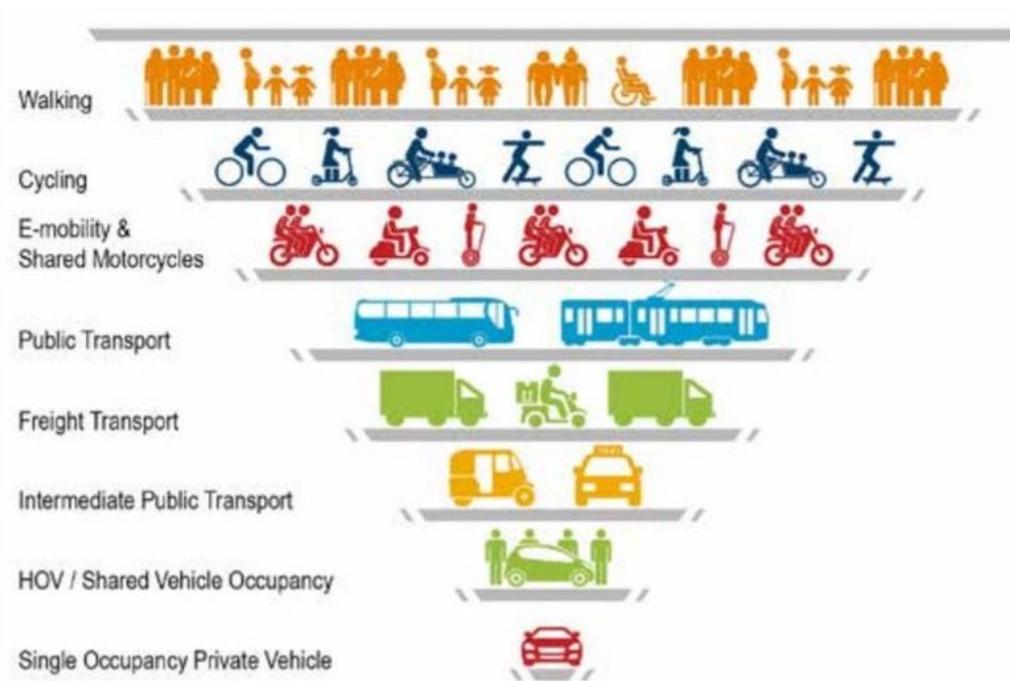


Рис .1.1 - Піраміда пріоритетності ВДМ

На найвищу сходинку цієї піраміди поставлені пішоходи, тому, що пішохідний рух є масовим, бо майже кожним жителем міста з тою чи іншою частотою використовується для пересування піша хода. Багаторічним світовим досвідом доведено, що місто не може вважатися зручним і привабливим, якщо воно незручне для руху пішоходів, найуразливішими з котрих являються маломобільні верстви населення.

Другу сходинку займає велосипедний транспорт, що має ті самі переваги, що і пішохідний, але займає окреме місце тому, що за його допомогою можна долати більші відстані (ефективний радіус використання велосипеда складає

5 – 7 км), аніж пішки, але велосипеди потребують місця для паркування і, на окремих ділянках вулиці, і відокремленої інфраструктури.

На третій сходинці транспортної піраміди знаходиться громадський транспорт, яким перевозиться жителів набагато більше, аніж приватними автомобілями, їм продукується значно менше шкідливих викидів (особливо тролейбуси), він займає значно менше місця на вулицях та дорогах, йому не потрібні паркувальні місця та він не затримується протягом довгого періоду часу в центральних частинах міст. Також значною є і соціальна значимість громадського транспорту, бо він є доступнішим за приватне авто.

Комерційній транспорт, яким здійснюється доставка необхідних товарів, у містах, які мають ефективну транспортну систему має пріоритет перед приватним транспортом, поскільки зручні умови для цього виду транспорту стимулюють розвиток бізнесу та запобігає дефіциту товарів. Стандартом є дозвіл для руху комерційного транспорту у певні години, як правило вранці.

Остання сходинка піраміди пріоритетів належить приватним автомобілям, які, хоча і мають високі рівні комфорту, мобільність, та безмежний радіус поїздок, являється малоефективним по причині значних затрат енергії відносно корисної маси, яка ними перевозиться, крім того, вони спричиняють шумове і хімічне забруднення та займають значні території. Водії приватного автотранспорту піддаються обмеженням, таким, як: спонукання до зменшення швидкості на дорогах, переобладнання паркувальних місць в громадські, введення податків на завантаженість доріг, тощо. Окрім цього, значна увага приділяється безпеці пішоходів. На первонаначальному етапі запуску проєкту обов'язково проводиться передпроектний аналіз, а після завершення робіт проводиться оцінка того, як змінився простір. У багатьох містах активну участь у змінах приймають самі жителі населених пунктів та депутати рад різного рівня.

Приклад зміни розподілу міського простору представлений містом Будапешт, Угорщина (Рис 1.2.)

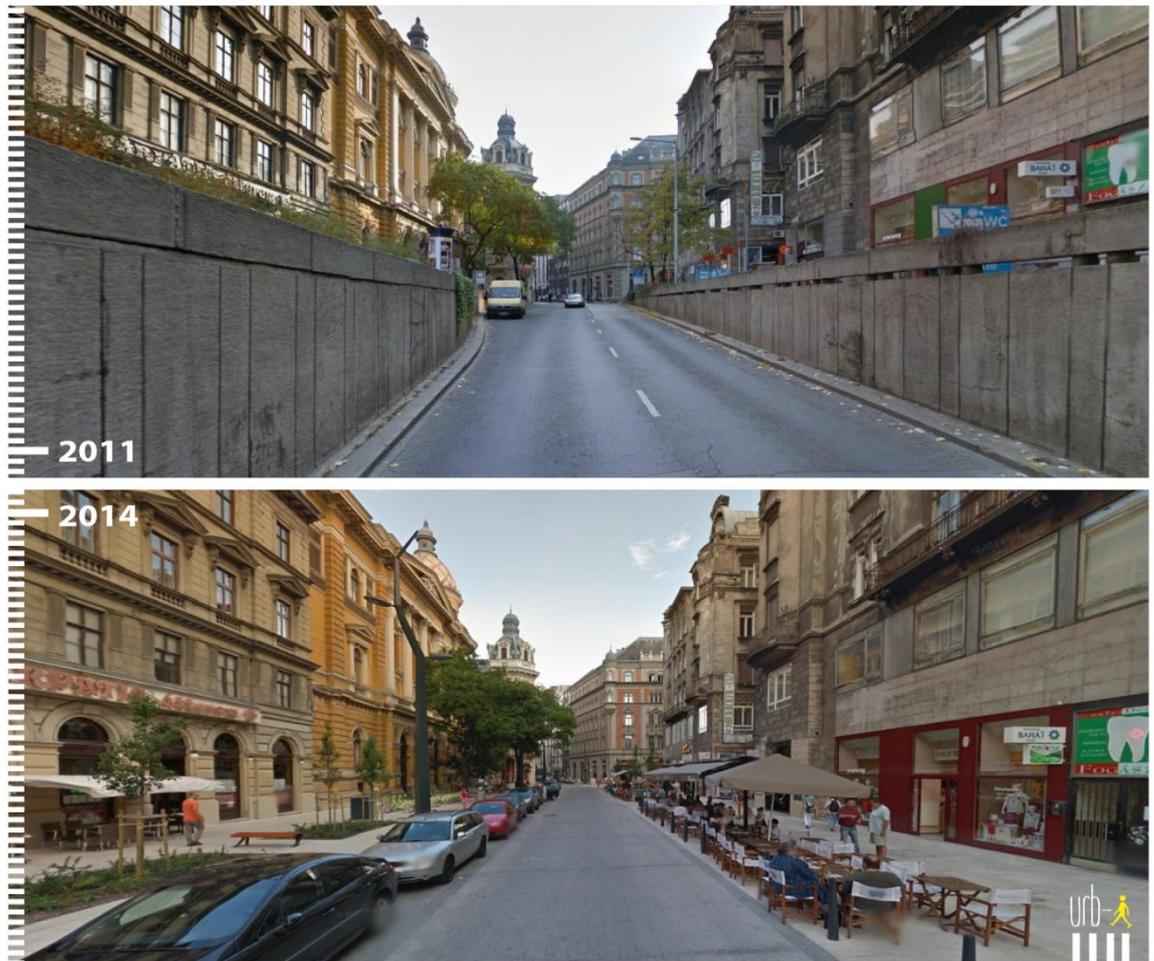


Рис 1.2. - Зміна розподілу міського простору м. Будапешт, Угорщина

Цю масштабну реконструкцію провели в рамках проекту "Нові головні вулиці". Автомобілецентризмом було доведено окремі ділянки центру міста до певної деградації, тому проектантам та інженерам довелося діяти радикально. Двосмуговий тунель був ліквідований, натомість з'явилася наземна вулиця з однією проїжджою смугою, смугою для паркування та широкими тротуарами з місцями для літніх терас кафе. Таким чином, на вулиця стала більш доступна для жителів.

Приклад реконструкції вулично-дорожньої мережі у місті Лодзь, Польща представлений на рис.1.3. Максимальна ширина проїжджої частини, відсутність озеленення та вузькі тротуари наглядно демонструє як зникали вулиці у історичних центрах деяких європейських міст. Але після реконструкції були змінені пріоритети, в результаті з'явилася і зелень, і пішохідна інфраструктура, а "закритий" фасад перетворився на вуличне кафе.

Проїзд залишився, але його виділено бруківкою, натякаючи, що автомобілі тут небажані.

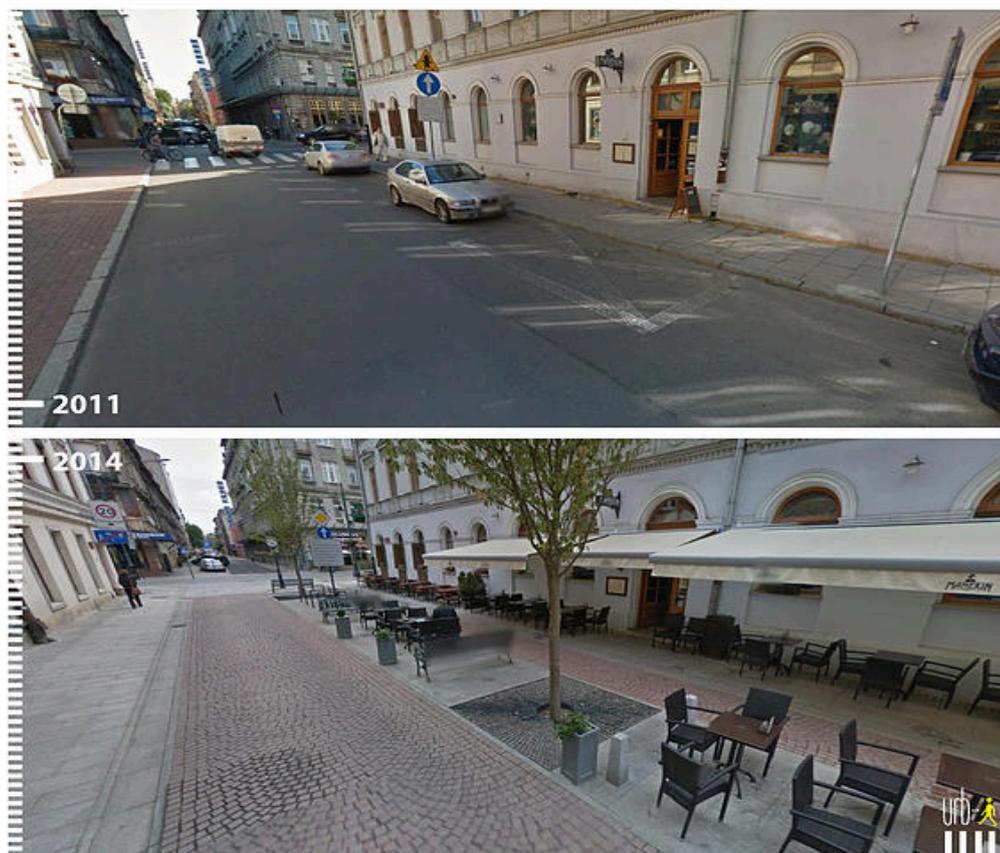


Рис 1. 3 – Зміна пріоритетів після проведеної реконструкції вулиці м. Лодзь, Польща

У 1970-ті роки для Мельбурну був притаманний «синдром бублика» - воно складалося із монофункціонального малолюдного центру та густонаселених передмість. Нині місто визнане найзручнішим у світі для проживання і це результат втілення у реальність розробленого Стратегічного плану, який діє з 1985 року (The 1985 Strategy Plan), у якому було сформульоване нове бачення міського планування в комунікації із місцевими жителями. У 1986 році вийшов перший документ, який регламентує розвиток вулично-дорожньої мережі разом із благоустроєм зелених зон, який називається «Мережі та озеленення» (Grids and Greenery). Першочергово у документі визначено типи міських просторів, які зустрічаються в Мельбурні: вулиця, бульвар, парк тощо. Надалі запропоновані рішення по благоустрою а

також головні проєктувальники; координаційний комітет з благоустрою цих просторів, що включають обмеження руху автомобільного транспорту центром міста.

У дослідженнях Яна Гейла «Простору для людей -1994» (Places for People 1994) визначено розвиток вулично-дорожньої мережі з вирішенням громадських просторів, орієнтованих на людину. Зараз в місті Мельбурн впроваджується Стратегія міського розвитку, розроблена на 2015-2025 роки (MelbourneCityCouncilPlan 2015-2025), в якій задекларовані такі принципи, як «доступне місто, «місто для людей», «креативне місто», тощо. Документ, в свою чергу, поділений на п'ять вузько стратегій, таких, як Стратегія по дорожній безпеці (RoadSafetyPlan 2015-2025), Стратегія розвитку велосипедного руху (Bicycle Plan 2015-2020), Стратегія благоустрою паркувальних місць (CBDandDocklandsParkingPlan 2008-2025), Стратегія розвитку пішохідного руху, а також Транспортна стратегія (TransportStrategy 2015-2025).

Не дивлячись на те, що місто не має єдиного центру із керівництва по благоустрою вулиць та доріг, усі заходи та елементи міського середовища стандартизовані. Управління програмами здійснюється за трирівневою системою менеджменту: групою управління (складається із голів департаментів та головних проєктувальників); координаційним комітетом із благоустрою вулиць (сюди долучені фахівців із різних галузей); а також дорадчою групою із високопоставлених офіційних осіб та керівників зовнішніх організацій.

Незалежною громадською організацією VictoriaWalks розроблена концепція аудиту пішохідних маршрутів, у якому надається аналіз за шістьма критеріями. Аудиторами заповнюється спеціальний опитувальник, де оцінюється якість реалізації тієї чи іншої пішохідної ділянки вулиці. За результатами аудиту аналітиками організації готуються рекомендації для муніципальної влади щодо необхідності внесення тих чи інших змін.



Рис 1. 4 – Олімпійський бульвар, місто Мельбурн, Австралія



Рис 1. 5 – місто Мельбурн, Австралія



Рис 1. 6 – Велопарковка, місто Мельбурн, Австралія

Цікавий також проєкт реконструкції був втілений у життя у місті Франкфурт, Німеччина (Рис.1,7), де був створений громадський простір. Ще у 2012 році там з'явилася перша частина парку – «Цементні джунглі» – скейт і ВМХ-парк, згодом уздовж річки були створені місця для відпочинку жителів. У громадському просторі були створені сади, розлогі гаї, підняті озеленені плато. Простір Hafenpark тепер простягається від вежі EZB до нового моста Гонселла, тим самим окреслюючи кінцеву точку як набережної річки, так і зеленого поясу Франкфурта у напрямку на північ. Широка перспектива з півночі на південь відкриває зв'язок між «бетонними джунглями» на півночі і річкою Майн на півдні.

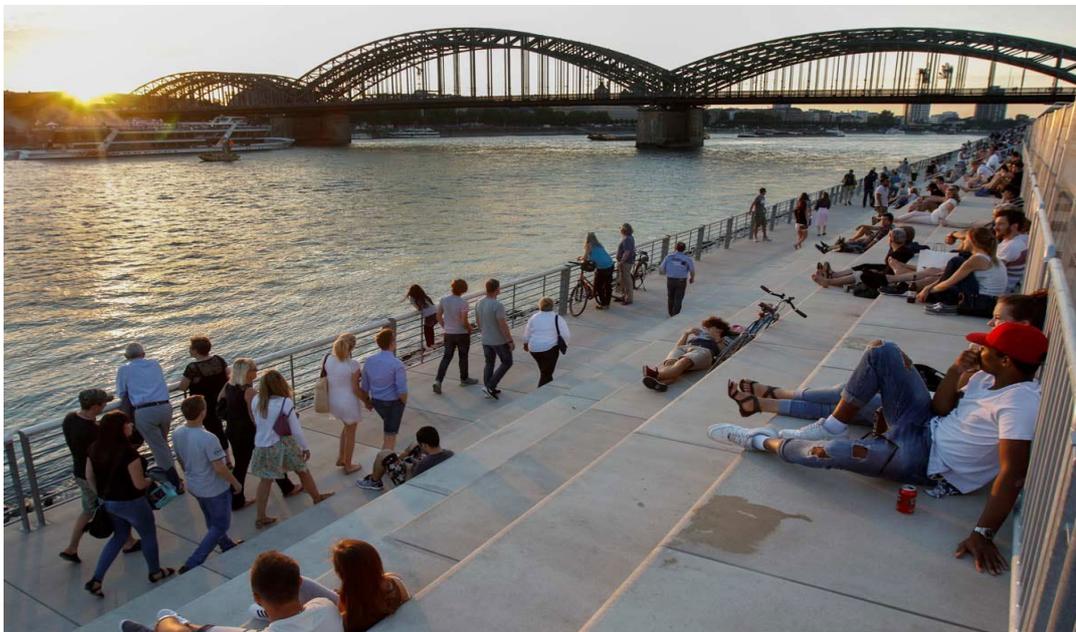


Рис. 1.7- Набережна Франкфурт, Німеччина

Зазнав реконструкції і історичний центр Потсдама, де був облаштований зелений острів "Freundschaftsinsel" (Острів Дружби). Нова входна зона парку відкривається невеликою площею на верхньому рівні. Вузькі тераси моделюють зміщення висоти різних рівнів парку. Крутий схил перетворено на місце відпочинку жителів, дерева в парку перетинають міст і з'єднують відокремлений кінчик острова із головним парком. Дороги на обидва боки вздовж прибережної зони з'єднують парк з річкою Гавел на рівні води (Рис.1.8).



Рис 1.8 - Зелений острів "Freundschaftsinsel" м. Потсдам, Німеччина

Значних обсягів реконструкції зазнала вулично-шляхова мережа Парижа, яка історично складалася сотні років. Париж має Стратегічний план переміщень (Plan de déplacements urbain, PDU) на 10 років, у якому формулюються конкретні завдання щодо зниження показників забруднення повітря, підвищення показників мобільності населення, завдання стосовно якісного зонування громадського простору, тощо. Стратегічним планом визначаються усі переміщення місті, а проекти благоустрою виконуються в робочому порядку, що дає можливість весь час оновлювати підходи до проєктування та створювати унікальне середовище навіть на самій маленькій вулиці. Не дивлячись на відсутність стандартів, усі проєкти розробляються за загальноєвропейськими нормами доступності, безпеки та захисту довкілля.

Успіх проєктів благоустрою міста Париж пов'язаний з тим, що до обов'язків відповідального департаменту, а ним є Департамент переміщень та доріг включене також і капітальне будівництво та проєктування просторів, і це дозволяє швидко впливати на ситуацію. У Парижі діє практика щодо постійного тестування нових ідей на невеликих ділянках.

Після спостережень протягом декількох місяців, а іноді і років, у випадках, коли ідея довела свою успішність, її використовують на других ділянках вулиць.

Цікавий до розгляду є також досвід міста Нью-Йорк.(рис.1.9) У місті діє «Керівництво з проектування вулиць» (Street Design Manual), яким визначається єдиний стандарт проектів благоустрою, перелік заходів та елементів міського середовища. У США керівництво з проектування вулично-дорожньої мережі та затверджені стандарти почали з'являтися ще за часів Великої депресії, коли масовий автомобільний рух тільки розпочався. Місто Нью-Йорк кардинально змінився у другій половині 2000-х років, коли владою було прийнято рішення щодо змін в якості вулично-дорожньої мережі. Розроблений проект «Керівництво з проектування вулиць» був затверджений у 2009 році та обумовлює процедуру по благоустрою.

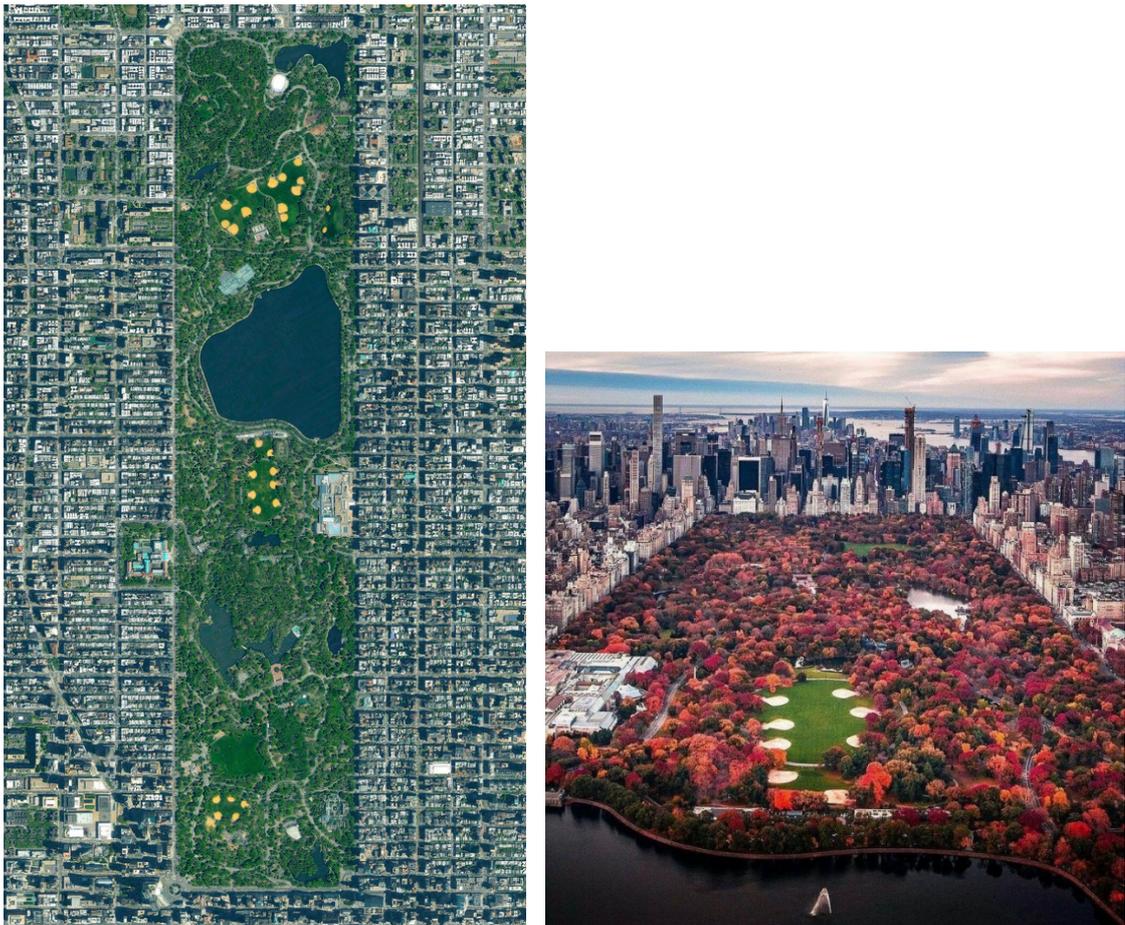


Рис. 1.9 - Планувальна система Нью-Йорка

У подальшому, керівництво звертається до стандартів проектування, формує дизайн-код - бачення того, як має виглядати вулично-дорожній простір Нью-Йорка. У цій частині формуються стандарти геометрії доріг, а також вулиць, матеріалів, елементів освітлення, вуличних меблів, озеленення.



Рис.1.10 - Meat Market Plaza, Нью-Йорк, до реконструкції



Рис.1.11- Бруклін Парк Лейн, Нью-Йорк після реконструкції

У Нью-Йорку за реалізацію проєктів по вдосконаленню інфраструктури несуть відповідальність: Департамент транспорту та Департамент проектування і будівництва. Перший відповідає за реалізацію

короткострокових проєктів, а другий координує капітальні проєкти за підтримки першого. Оцінюючи реалізовані проєкти використовують кількісні та якісні показники, спираючись на спеціально розроблені індекси. Індексом щорічно відстежуються зміни показників безпеки, популярності просторів, задоволеність громадян та рівень підтримки змін.

Загалом у США під час проєктування та реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів віддається перевага пішохідному руху, а також створюються умови для вільного та самостійного пересування пішоходів не тільки містом, а і поза ним (Рис.1.12-1.13).



Рисунок 1.12 – Перевага пересування містом серед учасників дорожнього руху для пішоходів на вулицях США



Рисунок 1.13 – Улаштування пандусних з'їздів для людей з обмеженими можливостями

Відповідно до законів та нормативно-рекомендаційних документів різних штатів всі тротуари в районі перехресть вулиць плавно знижуються до рівня бруківки, що допомагає МГН в комфортному пересуванні населеним пунктом.

Лондон - приклад зразкової практики по благоустрою. Довідник «Вулиці: керівництво» (Manual for Streets 2; MfS2) докладно інструктує, як проводити реконструкцію та вдосконалення вулично-дорожньої інфраструктури (Рис.1.14).



Рис. 1.14 - Площа Канері-Уорф, місто Лондон, Великобританія

До кінця 1970-х років проєктування та благоустрій вулиць Лондона проводився за наступними документами: «Проєктування та планування в районах міської забудови» (Design and Layout of Roads in Built-Up Areas) та «Дороги в містах» (Roads in Urban Areas)(1966-1977роки). У подальшому було видане в 1977 році керівництво «Рекомендації з планування доріг і тротуарів в житлових кварталах» (Residential Roads and Footpaths Layout Considerations; Design Bulletin 32; DB32). Із початком 2000-х років у суспільства виник запит на перенесення основного акценту при проєктуванні вулиць з автомобілів на пішоходів та місцевих жителів. У 2007 році Національним департаментом транспорту був виданий довідник «Вулиці: керівництво» (Manual for Streets,

MfS), яким встановлювалися нові стандарти при проектуванні, заходи із благоустрою та елементи середовищного дизайну. На теперішній час діє інше видання довідника від 2010 року, у якому розглянуто усі дороги і вулиці в Англії та Уельсі.



Рис.1.15 - Юніон Стріт, Лондон, 2009 рік, до реконструкції та після реконструкції

Однією із особливостей процесу благоустрою міста Лондон є широке залучення приватних інвестицій. У таких випадках застосовується механізм державно-приватного партнерства, а саме: працює система податків задля інфраструктурного благоустрою за рахунок забудовника. Перелік витрат затверджується після проведених консультацій із місцевим населенням, для цього проводяться публічні слухання.



Рис. 1.16 - Еглінтон Авеню, місто Торонто, Канада

У місті Торонто, Канада принципи та підходи до розвитку міста, вуличних та громадських просторів представлені багатьма положеннями та документами, які лягли в основу Офіційного плану міста Торонто (Toronto Official Plan), що був прийнятий у 2010 році. План постійно змінюється у зв'язку зі змінами до актуальних міських потреб та вимог громадськості. Був також розроблений документ під назвою «Принципи міського дизайну» (Urban Design Guidelines), у якому деталізуються цілі Плану та містяться рекомендації. За розвиток міста та вулично-дорожньої мережі несе відповідальність Департамент планування міста. При виконанні дизайну вулиць користуються документом, який має назву «Керівництво з вуличного ландшафту» (Urban Design Streetscape Manual), який являється переважно довідковим онлайн-ресурсом, ніж окремим документом. Онлайн-система є відкритою для всіх зовнішніх користувачів. Потенційний девелопер може створювати проєкт згідно рекомендацій та вимог, які містить система, а також варіантів облаштування конкретної вулиці.

## 1.2 Проблеми вулично – дорожньої мережі

Найбільш відчутними проблемами вулично-шляхової мережі населених пунктів є:

*аварійно-небезпечні ділянки,  
затори на дорогах та  
невідповідне дорожнє покриття.*

### ***Аварійно-небезпечні ділянки***

Аналізуючи показники безпеки руху в населених пунктах можна відмітити, що структура вулично-шляхової мережі має традиційно небезпечні ділянки, на які першочергово необхідно звертати увагу при розробленні плану з реконструкції. До прикладу, подаються показники найбільш небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі м. Полтави, де виникли дорожньо-транспортні пригоди без потерпілих та з потерпілими (Рис.1.17-1.18)

ДТП без потерпілих:

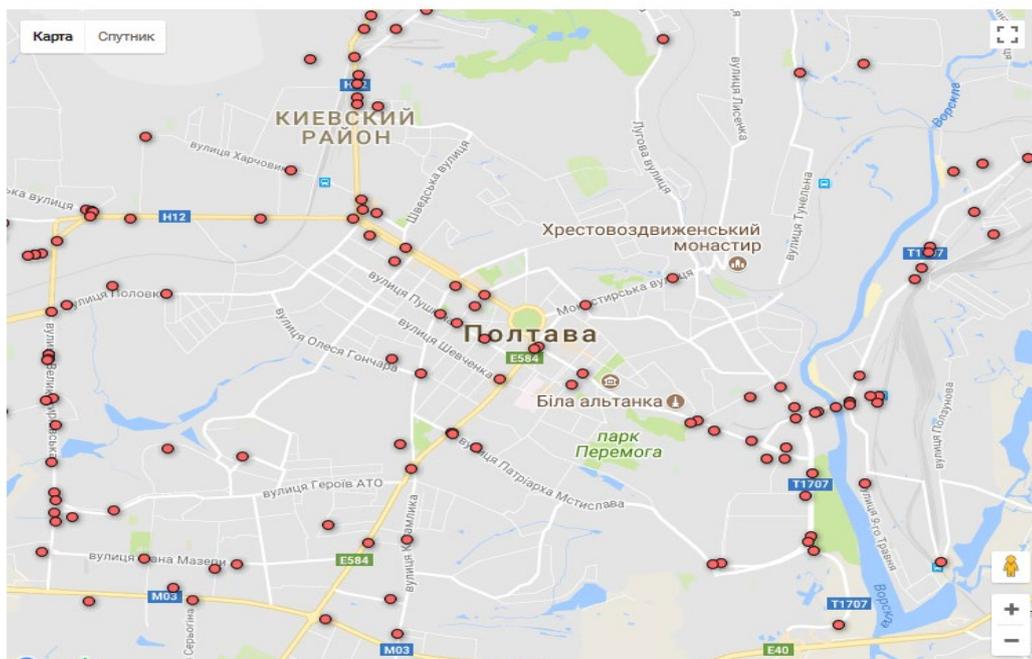


Рис.1.17 - ДТП без потерпілих, м. Полтава

ДТП з потерпілими:

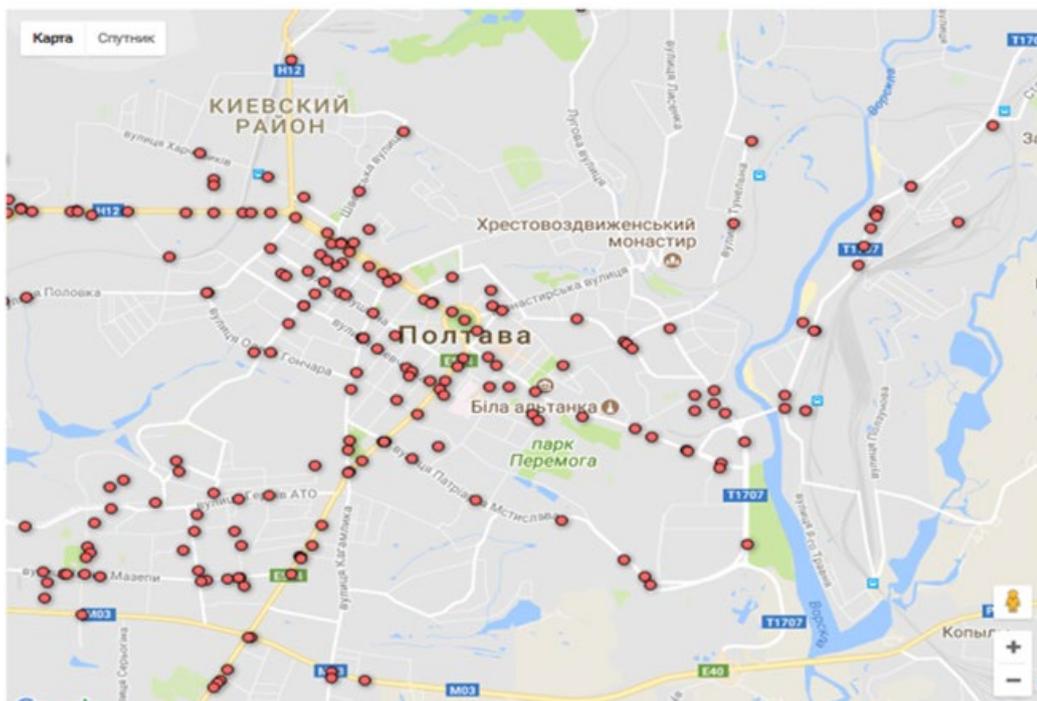


Рис 1.18 - ДТП з потерпілими

Основними причинами дорожньо-транспортних пригод із потерпілими (станом на кінець 2023 року) є:

-порушення водіями правил маневрування– 628 ДТП, що склало 52% від

загальної кількості ДТП;

- недотримання дистанції учасниками дорожнього руху – 184 ДТП, що склало 18,5% від загального числа ДТП;
- перевищення безпечної швидкості – 98 ДТП, це 23,5% від загалу;
- порушення правил проїзду перехресть – 129 ДТП, що становить 14% від загальної кількості порушень.

Проблема аварійності на вулицях та дорогах визнана надзвичайно гострою, особливо із важкими наслідками при загибелі людей або їх каліцтвом. Причин дорожньо-транспортних пригод налічується доволі багато, це і невідповідність дорожньо-транспортної інфраструктури до нагальних потреб жителів, це і низький рівень дисципліни учасників дорожнього руху, а саме: проїзд водіями на заборонений сигнал світлофора, виїзд на зустрічну смугу, недотримання водіями дистанції, порушення правил проїзду перехресть, агресивне маневрування та обгони, підвищення швидкості тощо.

Для зниження показників дорожньо-транспортних пригод проводяться певні заходи зі зменшення числа і тяжкості конфліктних ситуацій, які виникають на дорогах, а саме:

- запроваджується ізоляція громадського транспорту – підземні лінії, огорожі, підземні виходи до зупинок;
- створюються безтранспортні зони в тих місцях, де найбільше виникає аварійних ситуацій;
- облаштовуються перетини в різних рівнях;
- запроваджується поділ пішохідного та транспортного руху.

Зменшенню аварійних ситуацій насамперед сприяє зменшення різниці швидкостей в місцях дотику транспорт – транспорт, транспорт – пішоходи. Спостерігається наступний принцип: чим ближче до центру, тим менше швидкість.

Імовірність виникнення аварійних ситуацій залежить і від других факторів, серед яких особливе місце займає спосіб пересування. Більша небезпека підстерігає людину, що використовує громадський транспорт під

час пішого підходу до зупинок та проходження від них. Досліджуючи місця небезпеки, територія населеного пункту може бути поділена на територіальні райони.

Аналіз розподілу ДТП районами дозволить отримувати багатофакторні моделі зв'язку ДТП із містобудівними показниками. Чисельність дорожно-транспортних пригод в районі – стала величина при незмінній транспортно-містобудівній ситуації. У кожному районі намічаються центри тяжкості ДТП. Вони, зазвичай, збігаються з найбільш завантаженим транспортним вузлом. Аналізуючи ДТП визначають транспортно-містобудівні характеристики районів, а саме:

- його площу;
- кількість постійного і тимчасового населення;
- показники щільності постійного та тимчасового населення (загальна);
- довжину магістралей у фактичному і смуговому обчисленні;
- площу проїжджої частини;
- квадратичну і лінійну щільність проїжджої частини доріг району;
- середньозважену (за довжиною дороги) інтенсивність потоків;
- середньозважену швидкість руху транспорту в районі;
- середньозважену щільність транспортних потоків.

При дослідженнях ДТП враховуються події через незадовільну транспортну або містобудівну обстановку, такі, як наїзди, зіткнення тощо. Обраховується загальна кількість ДТП та окремі їх види. Кореляційним багатофакторним аналізом з використанням спеціалізованої комп'ютерної програми є :

- кількість ДТП на 1 000 осіб мешканців у периферійній зоні населеного пункту в 1,31 рази більше, ніж у центральній;
- на 1 км<sup>2</sup> території ДТП відповідно на 40 % менше;
- питомі показники ДТП при підвищенні щільності населення зростають;
- питомі показники ДТП при підвищення щільності мережі (в односмуговому обчисленні) знижуються;

- збільшення чисельності смуг руху за однією і тією ж схемою на накреслення вулично-дорожньої мережі призводить до зниження кількості аварій;

- підвищення щільності магістралей призводить до зменшення кількості ДТП;

- на кожен 1 млн авт. км пробігу в центральній зоні відбувається в 3,8 разів ДТП більше у порівнянні із середніми показниками;

- під час збільшення середньої швидкості кількість ДТП також збільшується.

Проведений аналіз доводить, що головне, що може знизити показники аварійності це підвищення смугової щільності магістральних вулиць. Підрайони населеного пункту за показниками аварійності слід розділяти на чотири групи. До першої та другої групи відносяться підрайони промислово-складської зони та периферійні ділянки службової території. До третьої групи слід віднести ділянки територій, які розташовуються навколо центру, а до четвертої – центр і окремі райони навколо нього.

### *Затори на дорогах*

Затори на дорогах можуть призводити до транспортних аварій і мати різні наслідки для безпеки руху. Ось кілька можливих причин та наслідків аварій, що виникають через затори:

- затори призводять до збільшення щільності транспорту, що може зробити рух більш непередбачуваним;

- різні транспортні засоби рухаються на невеликій відстані один від одного, чим збільшується ризик зіткнень;

- багато транспортних засобів знаходяться в русі, але зі значними затримками. Це призводить до ситуацій, коли водії намагаються змінити смуги або здійснити інші маневри, що збільшує ризик аварій;

- зміни в погоді, такі як дощ або сніг, можуть зробити дороги більш небезпечними і сприяти аварійній ситуації;

- затори призводять до значного збільшення часу подорожей та зниження ефективності транспортної системи. Це спричиняє великі економічні втрати які призводять до зниження якості життя для мешканців населених пунктів.

Ефективне управління транспортною системою є важливим завданням для підвищення безпеки на дорозі та покращення якості транспортного обслуговування.

#### *Невідповідне дорожнє покриття.*

Неадекватне дорожнє покриття викликає численні проблеми на вулично-дорожній мережі, - це і небезпека для учасників руху, це і пошкодження автотранспорту та погіршення зручності пересування.

Невідповідне покриття дороги призводить до нещасних випадків, збільшує знос транспортних засобів та створює труднощі у пересуванні для пішоходів і велосипедистів.

Ремонт та утримання доріг є ключовими аспектами для забезпечення безпеки та зручності на дорогах.

Непридатне дорожнє покриття може також бути причиною заторів на дорогах та транспортних пригод по причині неспроможності доріг витримувати велику кількість транспорту. Крім того, це впливає на економіку регіону, зменшуючи швидкість перевезення товарів і послуг. Вирішення проблеми відповідного дорожнього покриття вкрай важливе для покращення мобільності та розвитку інфраструктури вулично-дорожньої мережі населених пунктів.

### **1.3. Аналіз сучасної нормативної бази**

#### **1.3.1 Транспортна інфраструктура**

Транспортна інфраструктура це сукупність споруд, розгалужена система, що сполучає усі види транспорту, задля потреб населення та виробництва у перевозці пасажирів та вантажів. Системою економічно збалансовані усі шляхи сполучення, рухомий склад, а також засоби управління і зв'язку.

Об'єктами транспортної інфраструктури, а саме: підприємствами або закладами виконуються роботи по будівництву, реконструкції, ремонту, роботи по експлуатаційному утриманню доріг, мостів та інших дорожніх шляхів. Транспортна інфраструктура забезпечує збереження шляхів у гарному стані. Окрім підприємств та закладів до транспортної інфраструктури належать залізниці, залізничні вузли і станції, автомобільні дороги, автомагістралі, вулиці, авіалінії та аеропорти, річкові шляхи і порти, морські порти, канатні дороги, монорейкові шляхи, складські та ремонтні заклади, вантажні термінали. Спеціалісти вважають, що до складу транспортної інфраструктури необхідно включати також і рухомий склад транспорту, тому, що він становить невід'ємну складову транспортних та обслуговуючих підприємств інфраструктури.

Планування та забудова територій населених пунктів та міжселенних територій відбувається згідно державних будівельних норм ДБН Б.2.2-12:2019 – Планування та забудова території.

При плануванні територій населених пунктів потрібно передбачити сформовану систему транспортних комунікацій та споруд усіх видів внутрішнього (міського та сільського) та зовнішнього (дальнього і приміського) транспорту, які зможуть забезпечити функціональну цілісність та соціально - економічні взаємозв'язки із головними спорудами і комунікаціями внутрішнього транспорту населеного пункту поміж собою, другими населеними пунктами та об'єктами відповідної системи розселення. Організуючи пасажирські і вантажні перевезення поміж населеними пунктами, а також при обслуговуванні рухомого складу у межах населеного пункту та прилеглих до нього територіях необхідно облаштовувати комунікації і споруди зовнішнього транспорту. Їх призначення, потужність і розташування визначається з урахуванням значення кожного виду зовнішнього транспорту державної, регіональної та обласної транспортної системи. Споруди і комунікації зовнішнього транспорту, включаючи вантажні та сортувальні залізничні станції, транспортно-складські комплекси, транзитні

автомобільні дороги проєктуються та розміщуються за межами населених пунктів, згідно із ДБН Б.2.2-12:2019. Місця відстою великовантажного автомобільного транспорту облаштовуються у межах периферійної зоні міст та на підходах до них з розрахунку площі 120 м на одиницю транспорту[13].

Формування зовнішнього транспортного вузла населеного пункту та прилеглих до нього територій має базуватися на матеріалах проєкту національної транспортної стратегії України, що спрямована на будівництво залізниць і автомобільних доріг, спорудження нових, перш за все, швидкісних магістралей, та створення на їх основі національної мережі транспортних коридорів [13].

Ці коридори необхідно облаштовувати, минаючи перспективні межі території населених пунктів, які повинні бути з'єднані дорогами із розв'язками у різних рівнях із магістралями загальноміського значення.

Плануючі траси нових автомобільних обходів населених пунктів для автомобільних доріг державного значення необхідно:

- посилити головні в'їзди/виїзди до міст-центрі, дублюючи та підвищуючи пропускну здатність;
- перевести існуючі автомобільні дороги до вищих категорій;
- створити нові та модернізувати існуючі мережі місцевих автомобільних доріг, якими йдуть маршрути із підвезенням сільських жителів до центрів об'єднаних територіальних громад або до зупинок і станцій приміських залізниць.

Згідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 затрати часу у населених пунктах на пересування мешканців (не залежно від їх фізичних особливостей) громадським транспортом від місць помешкання до міста роботи для 90% осіб (в один кінець) за правилом, не повинні перевищувати: - у містах, де кількість жителів складає понад 800 тис. осіб – 45 хв.; - від 500 тис. до 800 тис. осіб – 40 хв.; - від 250 тис. до 500 тис. осіб – 35 хв.; - від 50 тис. до 250 тис. осіб – 30 хв.; - в малих містах до 50 тис. осіб та в межах об'єднаних територіальних громад (пішохідні маршрути або з використанням транспорту) – 20 хв [13].

Показник чисельності автомобілів на 1000 жителів у населеному пункті обраховують як загальну суму показників існуючого рівня автомобілізації та показників щорічного додаткового середньо-статистичного приросту кількості легкових автомобілів, враховуючи 4-5 таксі, 2-3 прокатні, а також 3-4 відомчі авто та 25-40 вантажівок, в залежності від складу парку.

Відповідно до вимог, обчислення мототранспортних засобів виконують методом приведення їх до одного розрахункового типу (легковий автомобіль). Для оцінювання рівня впливу будь-якого об'єкту транспортної системи на вулично-шляхову мережу населеного пункту, показників ефективності планувальних вирішень, показників рівня проектної інтенсивності руху, рівня експлуатаційних показників об'єктів, що створюють транспортну систему населеного пункту, необхідне використання транспортного моделювання транспортних вузлів. При розробці документації із просторового планування перевагу надають розвитку громадського транспорту та велосипедного руху, у якості альтернативи автомобільному транспорту.

*Щільність магістральної вуличної мережі групи населених пунктів*  
Щільність магістральної вуличної мережі, км/км<sup>2</sup> середня, у тому числі по зонах: центральна, серединна, периферійна та складає:

найкрупніші 2,0 – 2,5 4,0 2,2 1,4

крупні 1,8 – 2,1 3,4 1,6 1,2

великі 1,6 – 1,8 2,2 1,4 1,1

середні 1,4 – 1,6 1,6 1,2 1,0

малі 1,0 – 1,2 1,2 1,0 1,0 [13].

Вибираючи вид маршрутного пасажирського транспорту враховують безпечні та зручні умови пересування жителів населених пунктів та щоденних мігрантів із прилеглих до населеного пункту територій, яке залежить від показників кількості жителів та розміру території населеного пункту, обчислення пасажиропотоку, дальності поїздки, та основних техніко – експлуатаційних показників окремих видів транспорту.

При цьому враховують усі варіанти розвитку транспортної мережі, вимоги комфортності поїздки, вимоги щодо безпеки дорожнього руху, охорони довкілля, та ефективності використання енергетичних, територіальних і трудових ресурсів.

У середніх, малих містах, селищах та селах основним видом громадського транспорту є автобус. Для усіх населених пунктах, не дивлячись на кількість жителів потрібно передбачати переміщення приміським та внутрішньо-міським сполученням маршрутного та традиційного таксі; індивідуальним транспортом, таким, як легковий автомобіль, мотоцикл, мопед, велосипед, водним, а саме: морським, річковим; вертикальним, таким, як фунікулер, канатна дорога, а також пішохідне сполучення.

Щільність ліній маршрутного пасажирського транспорту на забудованих територіях визначаються з урахуванням їх функціональної експлуатації і інтенсивності пасажиропотоків у межах 1,5 – 2,5 км/км<sup>2</sup> [13]. У центральних частинах населених пунктів показники щільності мережі дозволено збільшувати до 3,5 км/км<sup>2</sup>.

У зонах житлової забудови до зупинок маршрутного пасажирського транспорту необхідно притримуватися відстаней підходу пасажирів за такими нормативами, а саме: у багатоповерховій житловій забудові не більше 500 (350 – «на вимогу») м; у середньо-, малоповерховій та садибній забудові – 600 м; у промислових, а також комунально-складських зонах – 400 (300) м від прохідних підприємств; у зонах масового відпочинку а також спорту – 800 м від головного входу; від громадських об'єктів масового відвідування загальноміського центру – 250 м [13].

Схеми трас велосипедних маршрутів можуть проектуватися як окремими, так і у складі комплексної схеми транспорту чи організації дорожнього руху населеного пункту. Велосипедні смуги або велосипедні доріжки облаштовують уздовж житлових та магістральних вулиць, а також за межами населених пунктів. Дорогами місцевого значення, селищними і сільськими

вулицями дозволено пересування змішане, а саме: автомобільно-велосипедний або пішохідно-велосипедний рух.

Головні параметри велосипедних стоянок та велосипедних смуг обчислюють, враховуючи інтенсивність руху велосипедистів, вантажівок, легкового транспорту та пішоходів. При обчисленні враховують ширину проїзної частини, ширину бокового простору (газону, тротуару, технічного тротуару, зеленої зони). Згідно нормативів визначаються радіуси, гальмівні шляхи велотранспорту, максимальна довжина ділянок на підйомах при облаштуванні пандусів [13].

Відповідно до вимог, система пішохідних маршрутів формується із врахуванням особливостей жителів, що мають обмежені фізичні можливості. Для забезпечення потреби маломобільних груп населення необхідна досяжність об'єктів громадського обслуговування. Досяжність маломобільних груп буде досягнута за умови створення для них безпечного пересування у структурі загальної мережі пішохідних зв'язків. Вона створюється у відповідності із нормативними показниками.

Ширина тротуарів, розміри накопичувальних і розподільних майданчиків біля адміністративних, торгівельних центрів, готелів, театрів, виставок та ринків визначається за умови, що буде забезпечена розрахункова щільність руху, осіб/ м<sup>2</sup>, а саме: 1,0 – односторонній рух; 0,8 зустрічний рух; 0,5 – при влаштуванні розподільних майданчиків у місцях перетину та 0,3 – у центральних і кінцевих пересадочних вузлах біля вокзалів та на лініях швидкісного позавуличного транспорту [13].

Сходишки на пішохідних доріжках продубльовано пандусами або облаштовуються пішохідними маршрутами, при цьому показники збільшення довжини руху у порівнянні із найкоротшим шляхом мусить бути не більше, аніж у 1,3 рази. При ситуаціях за складних умов, таких, як висоті підйому більше, аніж 3,0 м на заміну пандусу потрібно облаштувати дублюючий маршрут.



Рис 1.19 – Транспортна мережа , США



Рис 1.20 – Транспортна інфраструктура , місто Кіїв



Рис 1.21 – Транспортна інфраструктура , місто Кіїв

### 1.3.2. Транспортно – пересадочні вузли

За визначенням, транспортно-пересадочним вузлом (ТПВ) є елементом планувальної структури великого міста, який розподіляє пасажиропотоки при пересадці на різні види зовнішнього та внутрішнього транспорту або на маршрути одного або різних видів внутрішнього пасажирського транспорту. Функція транспортно-пересадочного вузла – це забезпечення максимально комфортної та швидкої пересадки пасажирів з одного виду транспорту на інший при дотриманні вимог нормативної пішохідної доступності до місць зупинок.

В залежності від класу відповідного вузла ТПВ здебільшого розміщують в його периферійній зоні або у місці підходу до центру міста у серединній зоні для впровадження обмежень щодо в'їзду до центральної зони легковим індивідуальним автотранспортом. Облаштовувати такі ТПВ необхідно при в'їзді до міста, біля станцій метро та зупинок громадського транспорту, у місцях перетину основних радіальних та кільцевих або хордових магістралей з одночасним впровадженням перехоплюючих авто та велосипедних стоянок. За класифікацією ТПВ бувають міжнародними, регіональними (приміськими) та міськими та районними.

Міжнародні ТПВ розміщуються поблизу залізничних вокзалів та автовокзалів, аеропортів, морських або річкових портів як для пересадки пасажирів з одного міжміського або міжнародного рейсу до іншого, так і для пересадки на другі види громадського транспорту.

Регіональні (приміські) ТПВ знаходяться поблизу автостанцій, приміських залізничних станцій та пунктів зупинки, річкових та морських причалів з метою пересадки пасажирів приміського сполучення до міського пасажирського транспорту, а також для пересадки пасажирів із легкового автомобільного транспорту до громадського.

Міські та районні ТПВ зазвичай розташовуються у структурі відповідних громадських центрів населених пунктів біля станцій швидкісних видів транспорту (швидкісного трамваю, метрополітену, міської залізниці), у

місцях перетинів двох або більше видів міського пасажирського транспорту, в місцях громадських центрів, які мають загальноміське значення або у місцях торговельних об'єктів при загальному пасажирообороті зупинних пунктів більше, ніж 50 тис. пасажирів на добу.

Дальність пішохідних підходів до зупинних пунктів у складі ТПВ не повинна перевищувати: для міжнародних - 200 м; для регіональних (приміських) - 100-200 м; для міських та районних - 100-150 м [13].

Витрати часу на пересадки у ТПВ не повинні бути більшими, ніж 10 хв, враховуючи час на очікування. У ситуаціях, коли показники дальності пішохідних підходів перевищують нормативний показник, то з метою скорочення витрату часу для пересадки необхідне встановлення локальної транспортної системи (ескалатор, травелатор).

У транспортно-пересадочні вузли також входять і посадочні термінали, місця очікування для пасажирів, майданчики для відстою маршрутного пасажирського транспорту, стоянки таксі, перехоплюючі стоянки транспортних засобів, включаючи велосипедні стоянки.

Пішохідні переходи в ТПВ необхідно проектувати у різних рівнях, враховуючи потреби маломобільних груп населення.

Місткість та відповідні параметри посадкових платформ, майданчиків відстою пасажирського транспорту, зон відпочинку, місць тимчасового зберігання автомобілів слід передбачати на підставі розрахунків перспективних пересадочних пасажиропотоків та пасажирооборотів зупинних пунктів у ТПВ з урахуванням змін у парку автотранспорту та збільшення рухомості населення міста, що встановлені генеральним планом або комплексною схемою транспорту[13].

При розробленні генерального плану та комплексної схеми розвитку маршрутного пасажирського транспорту населеного пункту необхідно впроваджувати принципові рішення по їх облаштуванню та формуванню взаємозв'язків між головними видами громадського міського та позаміського транспорту, маршрутними мережами різних видів пасажирського транспорту.

Якщо розробляється детальний план відповідної території населеного пункту, то необхідне створення планувальної схеми організації руху транспорту, велосипедного руху (за наявності у населеному пункті розробленої схеми велосипедного руху) та пішоходів.



Рис 1.22 - Транспортно – пересадочний вузол, Швейцарія



Рис 1.23 - Транспортно – пересадочний вузол, Швейцарія

### 1.3.3. Мережа вулиць та доріг населених пунктів

Мережа вулиць і доріг населених пунктів формується як єдина нерозривно взаємо пов'язана із зовнішніми автомобільними дорогами система, яка враховує її функціональне призначення, інтенсивність транспортного, пішохідного та велосипедного рухів, функціонально-планувальну організацію прилеглої території та її забудови, вимоги безпеки руху та охорони довкілля.

Формуючи мережу вулиць і доріг виходять із вимоги щодо ефективної організації системи міського пасажирського транспорту, доступності його зупинок згідно нормативів, концентрації транспортних потоків територією населеного пункту, необхідністю диференціювання трас руху цих потоків, враховуючи стан забруднень атмосферного повітря та акустичного.

Розмір відстані між магістральними вулицями мусить становити 800 м - 1000 м, таким чином, їх пішохідна доступність для жителів найбільш віддаленої забудови не повинна бути більше, аніж 500 м. У районах зі складним рельєфом за великих ухилів цей показник має бути зменшений: за поздовжніх ухилів 8(6)-9 %о - на 10%, 9(10)-10(15) %о - на 20 %, більше 10(15) %о - на 30 % [13].

Розрахунки машинопотоків на магістральній мережі міста в цілому здійснюють:

- для міст з населенням більше ніж 100 тис. осіб - в комплексних схемах транспорту, а у разі її відсутності - окремим розрахунком з урахуванням відповідних кореспонденцій, визначених у генеральному плані;
- для міст з населенням менше ніж 100 тис. осіб - окремим розрахунком з урахуванням розвитку магістральних мереж згідно з генеральним планом, існуючих показників та тенденцій у змінах міських і зовнішніх потоків різних видів транспорту[13].

Машинопотоки вуличною мережею населеного пункту визначають за методом "взаємних кореспонденцій", використовуючи прогнозні транспортні моделі. Обрахунки проводяться окремо для вантажних перевезень та

пасажирських пересувань, визначаючи існуючі і проєктні міжрайонні кореспонденції, включаючи пасажирів із розділенням на індивідуальний та громадський транспорт та вантажів окремо по різних групах в залежності від характеру їх вантажоутворення та вантажопоглинання.

Обчислення машино-, пасажиро- та пішохідних і велосипедних потоків при проєктуванні окремих ділянок і вузлів вулично-дорожньої мережі та громадського транспорту, оцінка їх пропускнуої спроможності проводиться за допомогою імітаційних транспортних моделей шляхом установки матриці кореспонденцій з метою встановлення завантаження окремих елементів, за необхідності на мережі прилеглого району, з визначенням "пікового" навантаження, нерівномірності руху за напрямками, часової нерівномірності. Ці розрахунки рекомендується здійснювати в комплексі з уточнюючим розрахунком по місту в цілому на базі макромоделей, задіяних в генеральному плані, або комплексній схемі транспорту [13].

Графічні блоки моделей доповнюються блоками візуалізації.

Ширина вулиць і доріг (у червоних лініях) визначається з урахуванням їх категорій та залежить від розрахункової інтенсивності руху пішоходів та транспорту, виду забудови прилеглої території, рельєфу місцевості, вимог охорони природного середовища, розташування підземних інженерних мереж, зелених насаджень. Ширина вулиці у межах червоних ліній визначається згідно до ДБН Б.2.2-12:2019, м:

- Магістральна дорога - 50-90;
- Магістральна вулиця загальноміського значення - 50-80;
- Районного значення - 40-50;
- Вулиця місцевого значення (житлова) - 15-35;
- Селищна та сільська вулиця (дорога) - 15-25.

У ситуаціях, при існуючій забудові, дозволяється зменшення ширини вулиць і доріг у межах червоних ліній з мінімальним звуженням елементів проїзної частини, їх поперечного перерізу.

До поперечного перерізу бульвару у межах червоних ліній входять: проїзна частина, пішохідні тротуари, озеленена територія, велосипедні доріжки та територія розміщення інженерних мереж.

Тип розв'язок, відстані між ними, штучні споруди (мости, шляхопроводи, естакади, тунелі), що передбачаються для розміщення на вулицях і дорогах населених пунктів, та їх параметри визначаються згідно з вимогами ДБН В.2.3-5 [13].

На житлових вулицях, паркових дорогах, проїздах, а також у пішохідних зонах необхідно передбачити засоби по обмеженню швидкості руху транспорту, а також при необхідності встановлення спеціальних перешкод.



Рис 1.24 - Автомагістраль, США



Рис.1.25 – Північна об'їздна, місто Львів

### 1.3.4 Зупинки маршрутного транспорту

Розміщувати та обладнувати зупинки маршрутного транспорту на вулицях дозволяється згідно вимог ДБН Б.2.2-12, ДБН В.2.2-40, ДБН В.2.3-4, ДБН В.2.3-18, ДБН В.2.5-56 та ДБН В.2.3-5-2018 зі Зміною № 1. Під'їзди до зупинок маршрутного транспорту між проїзною частиною та тротуаром, зазвичай, облаштовують пішохідним огородженням відповідно до ДСТУ 8751.

Зупинки маршрутного транспорту, що рухаються спільно з іншими транспортними засобами, розміщуються за перехрестями на відстані не менше ніж 5 м від пішохідного переходу і 20 м від перехрестя до посадочного майданчика [11].

При необхідності встановлення з обох боків проїзної частини зупинок маршрутного транспорту на магістральних дорогах та магістральних вулицях загальноміського значення безперервного руху необхідно передбачити сполучення між ними, використовуючи пішохідні переходи у різних рівнях, на магістральних вулицях, що мають загальноміське значення регульованого та районного значення – облаштування пішохідних переходів в одному рівні із світлофорами та іншими технічними засобами організації дорожнього руху. Організацію руху пішоходів при цьому забезпечують встановлені пішохідні огородження згідно з ДСТУ 8751. За наявності на розділювальній смузі дорожнього огородження на ньому потрібно передбачати розміщення пішохідного огородження на відстані не менше ніж 100 м у кожен бік від переходу (зупинки) [11].

Згідно із ДБН В.2.3-5-2018 зі Зміною № 1 встановлення зупинок відносно входів у підземні переходи проєктують з вимогою, аби пасажери, які очікують, не могли завадити пішоходам, які скористалися підземним переходом.

Для перестроювання безрейкового маршрутного транспорту в потрібний ряд руху після виїзду з зупинки відстань від дорожнього знака, що позначає зупинку транспорту, до лівого повороту на перехресті, в'їзду в тунель, на міст

або шляхопровід повинна бути не менше ніж 60 м, 90 м і 120 м при перестроюванні відповідно на другу, третю і четверту смуги руху [11]. При неможливості забезпечити ці відстані встановлюються світлофори та надається пріоритетний пропуск маршрутному транспорту.

Біля залізничних переїздів зупинки маршрутного транспорту слід розміщувати на відстані не менше, аніж 100 м за ними (відстань від колії до межі посадкового майданчика), на прямолінійних ділянках проїзної частини або на кривих з радіусом у плані не менше ніж 1000 м, 600 м і 400 м для вулиць і доріг відповідно загальноміського, районного та місцевого значення [11].

Зупинки маршрутного транспорту, облаштовуються заїзними кишенями, окрім ситуацій, коли є виділені смуги для маршрутного транспорту. За відсутності таких смуг у стислих умовах якщо такі смуги відсутні, то дозволяється встановлення зупинок без заїзних кишень.

Розмір ширини заїзної кишені повинна бути не менше, аніж 3 м, довжина перехідної ділянки на в'їзді до зупинки приймається не менше, аніж 20 м, на виїзді – не меншою за 15 м. У стислих умовах довжину перехідної ділянки допускається зменшувати до 10 м, а довжину зупинкового майданчика приймають на 5 м більше від розрахункової довжини одночасно зупинених транспортних засобів за розкладом руху з урахуванням їх максимальної довжини [11].

Трамвайні зупинки розміщуються відповідно до ДБН В.2.3-18. Трамвайні зупинки на відокремлених смугах або посередині проїзної частини розташовують до перехрестя вулиць і доріг перед пішохідним переходом на відстані не менше, аніж 5 м від перехрестя [11]. Облаштування трамвайних зупинок за перехрестям вулиць і доріг дозволено у виняткових випадках, при знаходженні об'єкту масового відвідування, або вхід до підземного пішохідного переходу або пропускну можливість смуг руху вулиці (дороги) за перехрестям є більшою ніж до нього. При розташуванні трамвайної колії посередині проїзної частини посадкові майданчики на тротуарах зупинок

нерейкового маршрутного транспорту мусять бути віддаленими від трамвайних.

На кінцевих зупинках трамвайних маршрутів, які проходять по відокремленим смугам, петлі для розворотів необхідно улаштувати поза проїзною частиною вулиць і площ.

Посадкові майданчики на зупинках безрейкового маршрутного транспорту влаштовуються на (20 – 25) см вище поверхні проїзної частини [11]. При проектуванні зупинок маршрутного транспорту із системою опускання підлоги чи низькою підлогою або у випадках використання посадкових майданчиків із двома різновисокими поверхнями, враховуючи можливу експлуатацію різного типу рухомого складу із різними конструкціями підвісок та ступеня їх зношення, для забезпечення доступу маломобільних груп населення без сторонньої допомоги, то висоту посадкового майданчика визначають рівнем низької підлоги рухомого складу. Ці майданчики бувають як бокового, так і острівного типу. Допускається, щоб рівень посадкового майданчика був нижче рівня підлоги, але не більше, ніж на 3 см [11].

Поперечний профіль посадкового майданчика на зупинках безрейкового маршрутного транспорту повинен бути у межах (10 – 15) ‰ і спрямований у бік проїзної частини [11].

Посадкові майданчики трамвайних зупинок влаштовують згідно з ДБН В.2.3-18.

Одиничні зупинки, в тому числі й суміщені, улаштовують за умови, якщо сумарна частота руху маршрутних транспортних засобів, які користуються однією зупинкою, не перевищує 30 од./год; подвійні – коли обслуговується декілька маршрутів одного виду транспортних засобів з сумарною частотою руху більше ніж 30 од./год [11]. За частоти руху різного виду маршрутних транспортних засобів більше ніж 30 од./год посадкові майданчики на зупинці (в транспортно-пересадковому вузлі) допускається

розосереджувати, відстань між посадкові майданчиками повинна бути не менше ніж 10 м [11].

Довжину посадкового майданчика визначають кількістю і типами маршрутних транспортних засобів, які одночасно здійснюють посадку-висадку пасажирів на зупинці, дані занесені до таблиці 1.1.

#### Типи посадкових майданчиків

Таблиця 1.1.

Маршрутні транспортні засоби	Довжина посадкового майданчика , м	
	Зупинки одиночні	Зупинки подвійні
Звичайний тип	20	35
Зчленований тип	25	45
Здвоєний тип	35	65
Тривагонний тип	50	-

Ширина посадкового майданчика безрейкового маршрутного транспорту приймається з урахуванням терміну очікування пасажирами маршрутних транспортних засобів, пасажирообігу зупинки, при розрахунковій щільності пасажирів на майданчику 2 чол/м<sup>2</sup>, але не менше, аніж 1,5 м . не враховуючи павільйон або навіс.

Покриття посадкового майданчику повинно відрізнятися від покриття других зон тротуару кольором та/або матеріалом і за фактурою.

Посадкові майданчики повинні бути облаштовані спеціальними попереджувальними тактильними смугами по усій довжині майданчика та мати спеціальні інформаційні тактильні смуги при вході/виході до нього під кутом 90<sup>0</sup> стосовно попереджувальної по усій ширині посадкового майданчика. На попереджувальній тактильній смузі потрібно виділяти очікуване місце розташування першої двері маршрутного транспортного засобу при зупинці у вигляді квадрату площею не менше ніж 0,9 м<sup>2</sup> згідно з ДБН В.2.2-40 [11].

Зупинки маршрутного транспорту повинні бути обладнані автопавільйонами або навісами, інформаційними засобами (електронними табло, таблицями розкладу руху маршрутних транспортних засобів, схемами руху тощо), які не повинні затуляти видимість для водіїв та перешкоджати руху пішоходів. Інформаційні засоби для пасажирів (тактильні, візуальні, звукові, покажчики та голосові інформатори) необхідно влаштовувати, враховуючи вимоги ДБН В.2.2-40.

Дорожні знаки, якими позначені зупинки маршрутного транспорту, необхідно встановлювати відповідно до ДСТУ 4100.

Під час будівництва зупинок маршрутного транспорту, за потреби, влаштовують «віденські» зупинки. Посадкові майданчики цих зупинок потрібно облаштовувати пандусами з поздовжнім похилом не більше ніж 50 % [11].

Зупинкові майданчики рекомендовано облаштовувати бордюрами з увігнутою до проїзної частини дороги поверхнею для можливості під'їзду маршрутного транспорту впритул до посадкового майданчика [11].

Зупинки маршрутного транспорту розміщують згідно із ДБН В.2.5-74 стосовно дотримання відстаней від крайки проїзної частини до пожежних гідрантів.



Рис.1.25 - Station of Being, автобусна зупинка в Умео, Швеція



Рис.1.26 - Трамвайна зупинка на площі Двірцевій, м. Львів

### **1.3.5. Автомобільні стоянки**

Розрахункову кількість місць транспортних засобів на стоянках постійного та тимчасового зберігання легкових автомобілів, вимоги до розміщення відкритих, закритих, наземних або підземних автостоянок в різних функціональних зонах населених пунктів і автостоянок біля громадських будинків і об'єктів масового відвідування, а також відстані від автостоянок до стін житлових будинків та громадських будинків і споруд, меж земельних ділянок загальноосвітніх шкіл, дитячих дошкільних установ, лікувальних установ із стаціонаром необхідно приймати згідно з відповідними санітарними нормами та ДБН Б.2.2-12 [11].

Вимоги щодо розташування, планувальної організації та обладнання розміщуваних в межах червоних ліній вулиць і доріг переважно тимчасових стоянок, розстановка автотранспортних засобів – одно- чи багаторядна, паралельна, перпендикулярна чи під кутом до бордюру – і, відповідно, розміри місця транспортних засобів на стоянці, її місткість та ширина проїздів, організація в'їздів/виїздів на/з стоянки згідно з ДБН В.2.3-15 та ДБН В.2.3-5-2018 зі Зміною № 1 [11].

На вулицях та дорогах місцевого значення та магістральних вулицях загальноміського значення регульованого руху автостоянки тимчасового зберігання дозволяється облаштовувати:

-заїзних кишенях (місцевого розширення проїзної ділянки за рахунок смуги зелених насаджень або тротуару, при умові гарантування його пропускної здатності, в залежності від ухваленної схеми знаходження транспортних засобів), які відокремлюються огороженням або розміткою від основної проїзної частини;

-на розділювальних смугах поміж основною проїзною частиною та місцевими проїздами, при ширині смуги не менше, аніж 5,5 м, між тротуаром і проїзною частиною;

-поза межами основної проїзної частини вулиці, дороги та тротуару на відокремленій від них огорожею або розміткою та позначені відповідними дорожніми знаками ділянці.

Спеціально обладнані стоянки можуть бути підземними, наземними, підземно-наземними і багаторівневими (у тому числі механізованими (автоматизованими) [11].

Розміщення транспортних засобів на відкритих автомобільних стоянках потрібно виконуються відповідно до додатку Д ДБН В.2.3-15.

Розміщення автостоянок тимчасового зберігання не дозволяється:

-уздовж проїзних ділянок магістральної дороги та магістральної вулиці загальноміського значення безперервного руху;

-уздовж проїзних частин магістральної дороги та магістральної вулиці загальноміського значення регульованого руху та районного значення при ситуації, коли значення коефіцієнту використання їх пропускної здатності наблизиться до 1 та у разі виділення на цих вулицях і дорогах окремих смуг для руху маршрутного транспорту;

-на тротуарах.

На тимчасових автостоянках мають бути зручні в'їзди-виїзди до бічних (місцевих) проїздів та до прилеглих вулиць (доріг). Автостоянки із малою

місткістю (до 50 місць транспортних засобів) можуть мати суміщений в'їзд-виїзд; автостоянки із середньою та великою місткістю (від 50 до 300 і більше) потребують роздільного в'їзду-виїзду шириною 3,5 м кожний. В'їзди-виїзди з автомобільних стоянок мусять мати заокруглення радіусом не меншим за 6 м.

Автостоянки влаштовуються відповідно до ДБН В.2.5-74 щодо дотримання відстаней від крайки проїзної частини до пожежних гідрантів.

Організація збереження легкових автомобілів та велосипедів повинна відбуватися відповідно до функціонального зонування території населеного пункту. У житлових районах, мікрорайонах повинні створюватися умови для постійного збереження усіх легкових автомобілів жителів населеного пункту та тимчасового зберігання автомобілів («гостьові стоянки») відвідувачів, враховуючи прогнозований рівень автомобілізації на час обчислення відповідно до генерального плану.

Місця тимчасового зберігання автомобілів визначають, виходячи з умов гарантованості щодо цих місць, не меншою за 15% розрахункового парку автомобілів, що належать жителям району, мікрорайону. При облаштуванні автостоянок в центральній частині населеного пункту міста та історично сформованих районах міст або у зв'язку із реконструкцією, кількість машино-місць за таких умов на території житлової забудови може бути зменшена відповідно до детального плану, але не більше, аніж на 20%.

Автостоянки для індивідуальних автомобілів жителів рекомендується розміщувати на окраїнах житлових районів, на міжмагістральних територіях або у їх межах на ділянках, що віддалені від місць, які призначаються для дозвілля населення.

Житлові райони населених пунктів, що мають нову багатоповерхову забудову для постійного зберігання індивідуального легкового транспорту повинні мати гаражі, які можуть бути за місцем розташування: надземними, підземними та комбінованими, а саме: надземно-підземними, вбудовано-прибудованими, а також механізовані (автоматизовані) гаражі. Дозволяється влаштування гаражів, що прибудовуються до перших, цокольних і підвальних

поверхів багатоповерхових житлових будинків, а також відкритих автостоянок з подальшою їх реконструкцією у гаражі.

При житловій забудові до п'яти поверхів збереження легкових автомобілів на постійній основі передбачають на відкритих автостоянках або у найпростішого типу гаражах, що окремо розташовані (наземні, підземні, наземно-підземні, механізовані (автоматизовані) При розміщенні об'єктів у центральних, історично сформованих частинах населеного пункту, а також при будівництві багатоквартирного житлового будинку потрібно планувати лишень підземні гаражі. Не дозволено розміщувати боксові гаражі на території житлового кварталу, мікрорайону багатоквартирної житлової забудови.

Відстань від місця проживання власника транспортного засобу до гаражів, а також автостоянок постійного зберігання легкових автомобілів не повинна перевищувати 700 м, а в умовах реконструкції території –1000 м, а віддаленість автостоянок, призначених для тимчасового зберігання (гостьові) від входів у житлові будинки, не повинна перевищувати 150 м [11].



Рис.1.27 - Електрична автостоянка, Франція

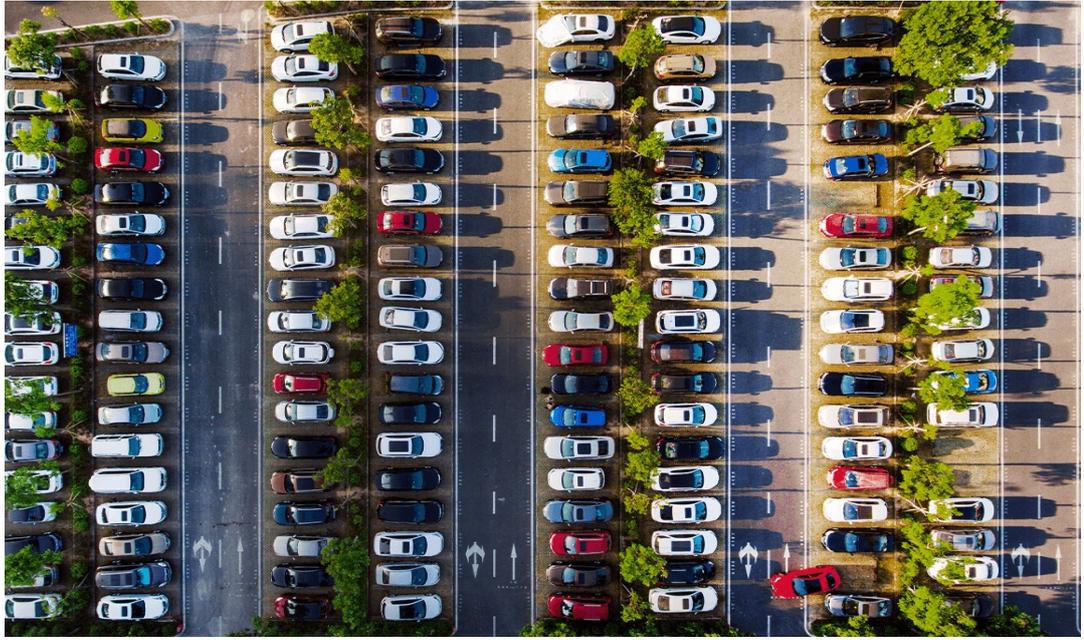


Рис.1.28 – Автостоянка, США

#### **1.4 Висновки до розділу 1**

Аналіз існуючого стану вулично-дорожньої мережі населених пунктів довів, що найбільшими проблемами являються аварійно-небезпечні ділянки вулично-дорожньої мережі, затори, невідповідне дорожнє покриття.

Аналізуючи безпеку руху населених пунктів можна зробити висновок про те, що структура вулично-шляхової мережі традиційно має небезпечні ділянки, до яких першочергово повинна бути прикута увага проєктувальників при розробці проєктів будівництва або реконструкції.

Розробляючи прийоми і заходи щодо облаштування або реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів необхідно спиратися на вітчизняну нормативно-технічну документацію та приклади позитивного закордонного досвіду.

## РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

### 2.1 Транспортна структура міста та її завдання, класифікація

Для сучасного міста значення міського руху й транспорту значущими соціальними вимогами: це і мобільність пересування для більш доступного користування у місті усією мережею громадських центрів, більш вільне переміщення до місця роботи або відпочинку, вільного доступу до обслуговуючих підприємств міста із максимальною економією особистого часу кожного жителя; а також вимогами до охорони навколишнього середовища від шкідливих впливів транспорту та попередження небезпеки травматизму на вулиці. Тенденції сучасного розвитку вулично-дорожньої мережі представлені на рис. 2.1.

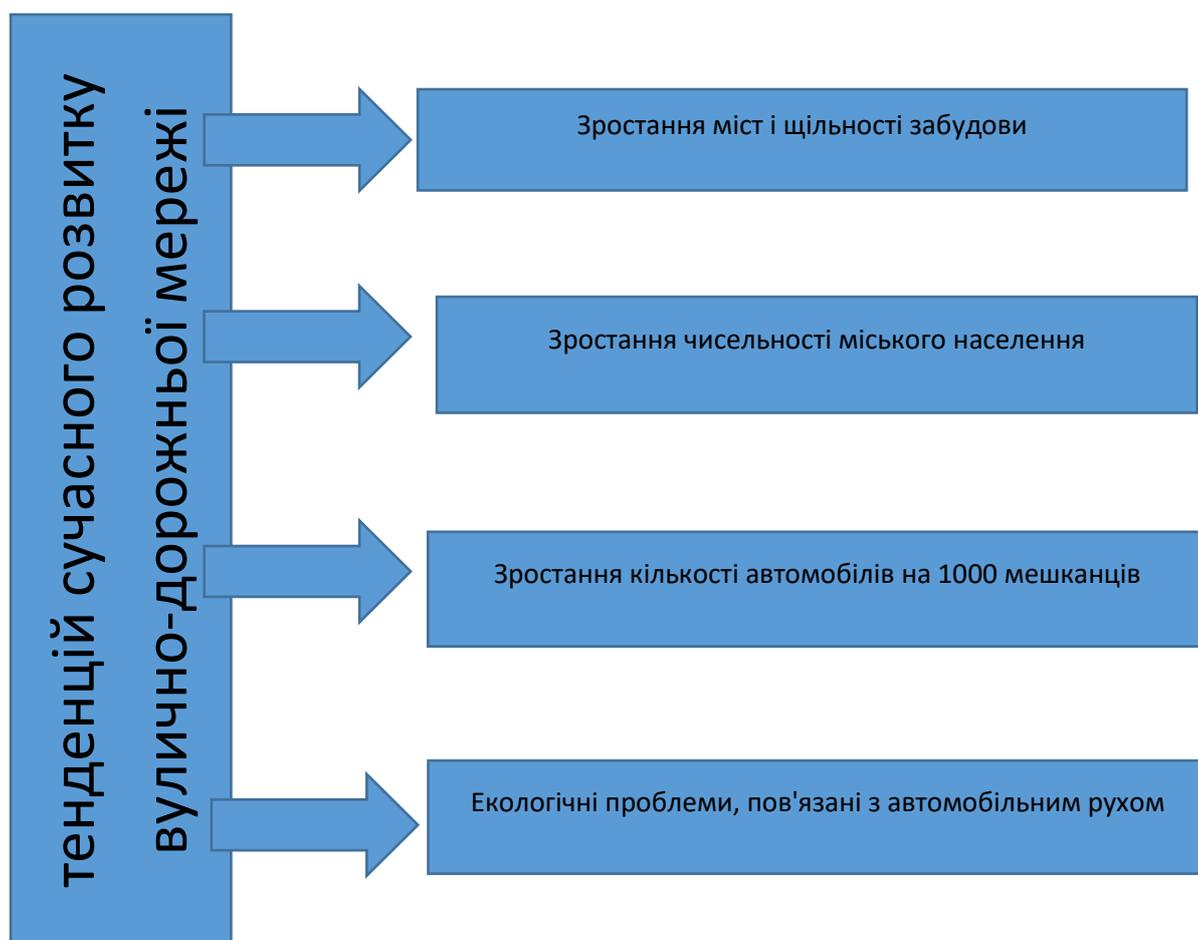


Рис.2.1- Тенденції сучасного розвитку вулично-дорожньої мережі

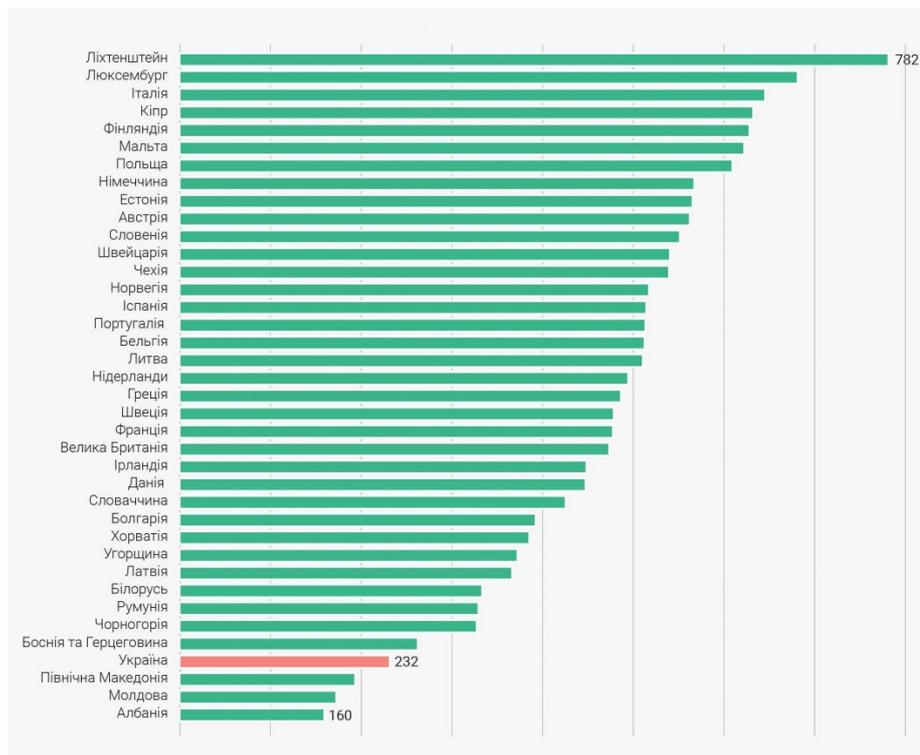


Рис. 2.2 - Стан автомобілізації в країнах Європи та Україні

У сучасному світі кожного року збільшується кількість автомобілів. На рис. 2.2 представлена інфографіка зі станом автомобілізації в країнах Європи та Україні. Графік (Рис.2.3) наглядно демонструє як збільшилася кількість автомобілів в Україні на 1000 чоловік за останні 40 років.

Міський простір є являється динамічною системою, на яку впливає безліч факторів. Формування транспортної структури у населених пунктах визначає тип планувальної структури, що формує просторовий каркас, і у подальшому визначається функціональна організація території. Це дає можливість створювати працюючу функціонально-планувальну структуру міського простору.

Вирішуючи містобудівні проблеми, функціонально-планувальна структура населених пунктів мусить відображати формування середовища міста за його функціональними і просторово-планувальними характеристиками та окреслювати задачі відповідно з встановленими характеристиками простору.

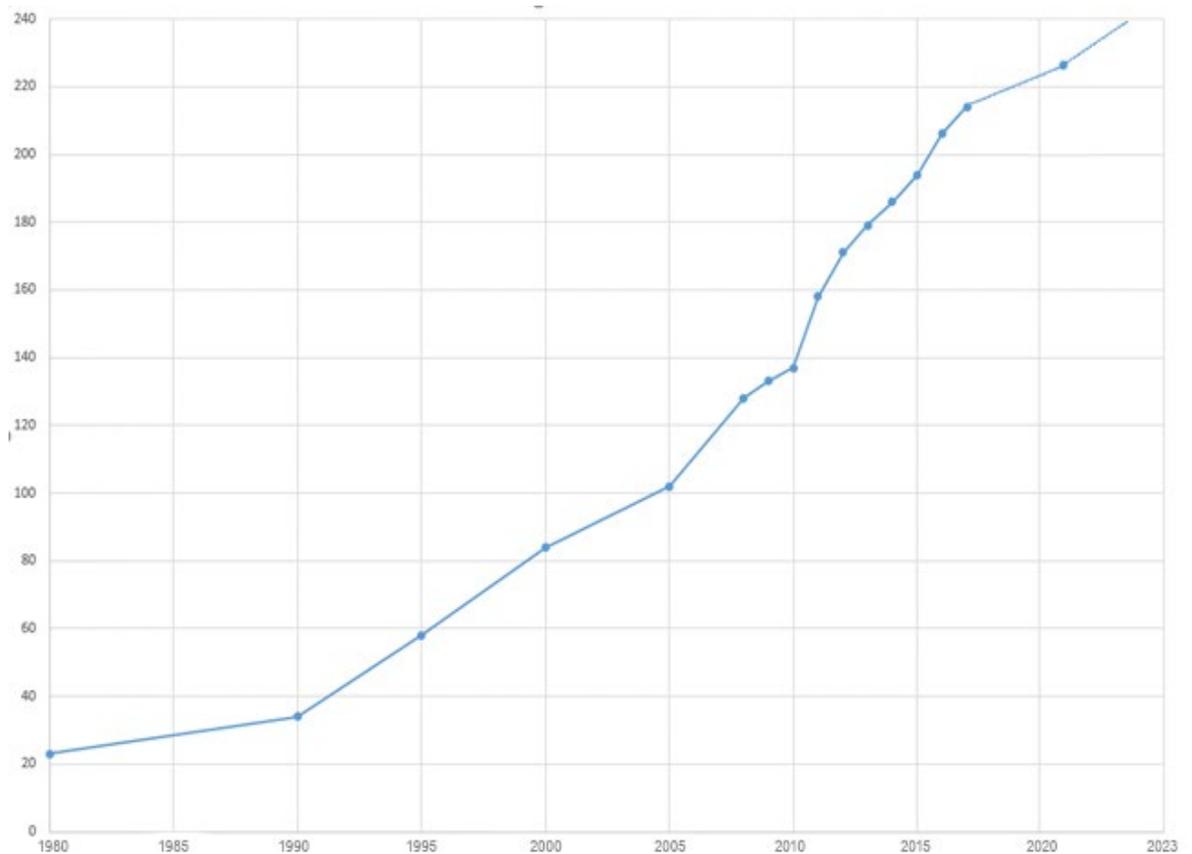


Рис. 2.3- Графік збільшення кількості автомобілів в Україні на 1000 чоловік за останні 40 років

Насамперед, перед формулюванням функціонального та просторово-планувального визначення структури міського простору потрібно окреслити задачі, що зможуть встановити містобудівні та людські запити на місцевості.

Аби досягти цих цілей потрібне об'єднання зусиль планувальників і інженерів-транспортників. За допомогою планувальної композиції населеного пункту створюються базові передумови для зручного транспортного обслуговування. Раціональна система організації транспортним рухом має певні вимоги щодо планування та забудови населених пунктів.

Транспортно-планувальною організацією міста оперуються такими функціональними процесами й матеріальними структурами, а саме:

- переміщенням населення у громадському транспорті, включаючи таксі та автомобілі індивідуального користування; пішохідне пересування - до підприємств обслуговування й до місця роботи, відстанню до 1 - 1,5 км;

- загальними витратами часу на переміщення, які відбуваються в залежності від відстані пішохідних підходів до зупинок автотранспорту, строку очікування, дальності поїздок й швидкості транспортних засобів на маршрутах руху;

- транспортною рухливістю населення (кількість поїздок на рік, що припадає на 1 жителя), яка є в залежності від обсягу й планувальної структури міст; рухливість населення прийнято з урахуванням перспективи у межах від 100-300 поїздок на 1 жителя на рік для малих і середніх населених пунктів і до 600-700 поїздок у великих і найбільших містах;

- мережею транспорту населеного пункту або мережею громадського транспорту, до якої відносяться усі лінії, маршрути і зупинки усіх видів транспорту, які використовуються у населеному пункті або спроектовані на перспективу розвитку. Вона має наступні показники – це витрати часу населення на пересування і середня тривалість поїздки населеним пунктом;

- видами громадського транспорту, які розподіляються на *вуличні*, це автомобілі, що рухаються проїздною частиною вулиці або шляхом руху у межах червоних ліній, і *позавуличні*, це авто, що рухаються трасами, які проходять за межами вулиць у вигляді наземних, підземних і надземних ліній. *Вуличні* види громадського транспорту, це трамваї, тролейбуси, автобуси і мікроавтобуси різних типів; *позавуличні*, це електрифіковані залізниці, метрополітени, монорейкові дороги та швидкісні трамваї. Позавуличні види транспорту вважаються швидкісними видами транспорту;

- автомобілізацією населених пунктів, тобто, наповнення міст легковими автомобілями;

- вантажним рухом, під яким розуміється переміщення вантажів у межах населеного пункту вантажними автомобілями і, за потребою, виділення спеціальних доріг із перевагою для руху вантажівок;

- особисто-дорожньою мережею населеного пункту, що означає загальну кількість вулиць, доріг, проїздів, примикань, перехрестя та площі, сумісно із системою магістральних вулиць і доріг.

Під поняттям «вулично-дорожньої мережі» населеного пункту розуміють систему транспортних і пішохідних зв'язків між елементами планувальної структури населеного пункту та частинами його території, щодо організації руху транспорту і пішоходів, облаштування інженерних комунікацій та благоустрою.

Основою планувальної побудови генерального плану населеного пункту являється планувальна структура вулично-шляхової мережі. Основним принципом її організації є досягнення компактності та економія затрат часу на переміщення.

Транспортною інфраструктурою забезпечуються життєві функції міста, та вона має значний вплив на зональне містобудівне вирішення.

Транспортною мережею відбувається впорядкування транспортного потоку автомобільного транспорту. Пересування пасажирів, - це є пасажиропотік, переміщення вантажів - вантажопотік, рух пішоходів - пішохідний потік. Режим руху транспортних потоків, включаючи місця перетину міських магістралей на різному рівні вважається набір параметрів, який включає: напрямок руху, швидкість, інтенсивність, щільність, а також характеристики та специфічні особливості потоків транспорту, їх взаємодія та перерозподіл у просторі і часі.

В залежності від щільності транспортного потоку рух за рівнем обмеженості класифікується як вільний, частково пов'язаний, насичений, колонний (рис. 2.4 – 2.7).

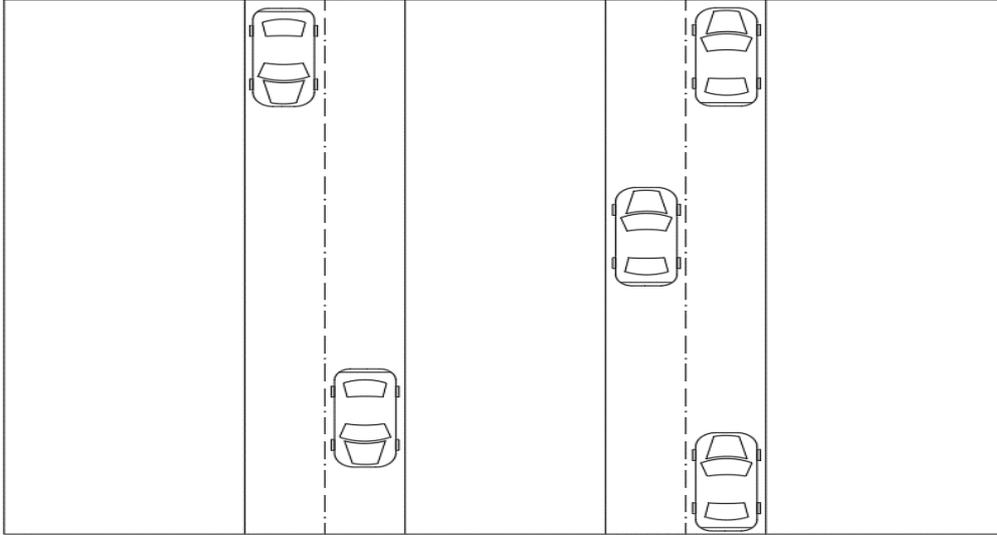


Рис. 2.4 - Схема вільного потоку

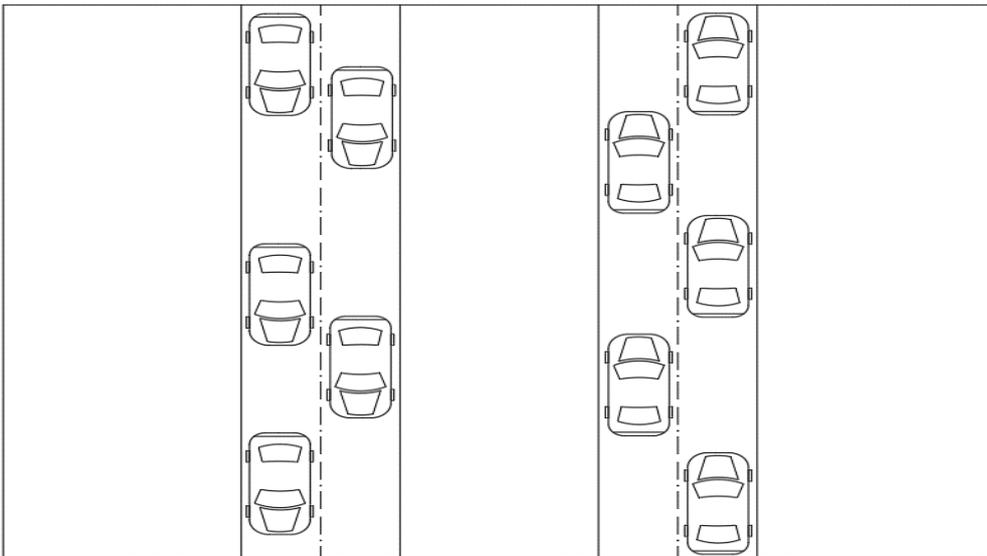


Рис. 2.5 - Схема частково пов'язаного потоку

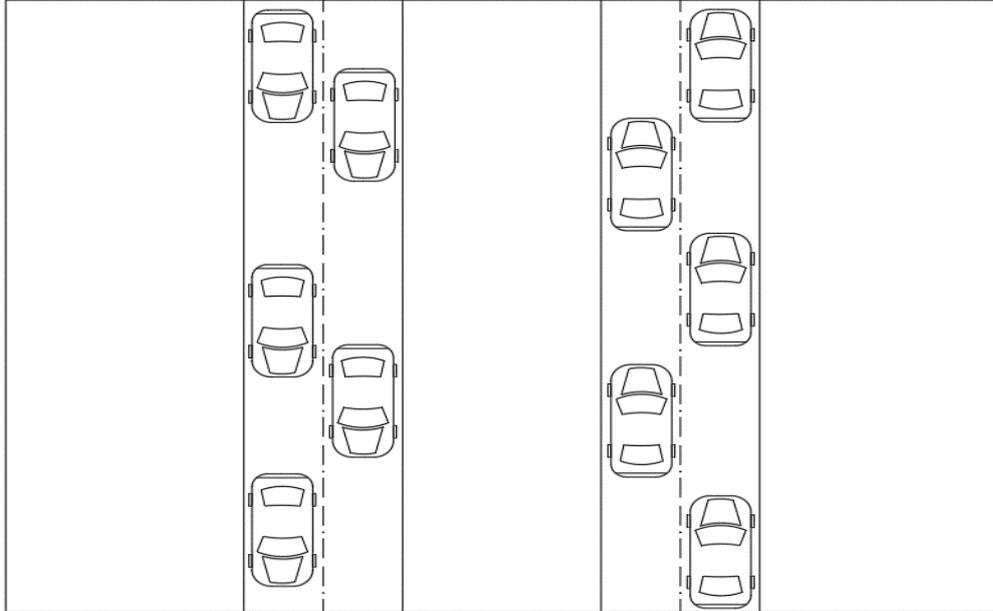


Рис. 2.6 - Схема насиченого потоку

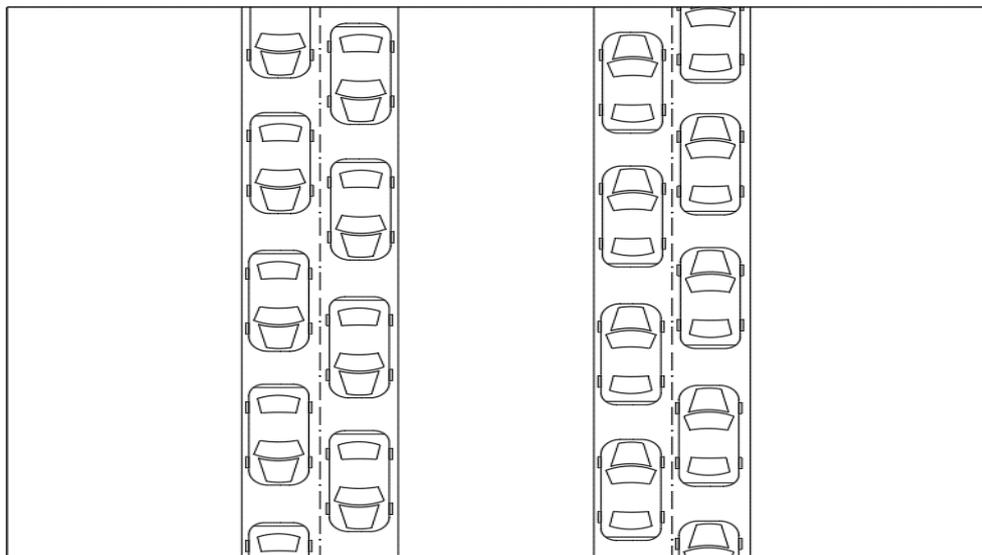


Рис. 2.7 - Схема колонного потоку

Вулична мережа населеного пункту є вважається найбільш стабільним елементом у системі населеного пункту, а тому розрахована на тривалий термін експлуатації без значної перебудови, які вимагають великих фінансових витрат.

Вулиця – це частина території населеного пункту або міста, яка розташовується між лініями забудови (червона лінія) і слугує для руху

пішоходів і транспорту, облаштування інженерних мереж, відводів поверхневої води, насадження рослинності та розміщення наземного обладнання.

Межі вулиць по їх ширині визначаються червоними лініями, що встановлені згідно генерального плану міста. Червоними лініями (умовні) обмежуються території існуючих та запроєктованих вулиць та їми відділяються інші території міста.

Ширина вулиці у межах червоних ліній складає:

а) магістральної вулиці:

- загальноміського значення безперервного руху - 50-90 м;

- загальноміського значення регульованого руху - 50-80 м;

- районного значення 40-50 м;

б) вулиці місцевого значення - 15-35 м;

в) селищної і сільської вулиці (дороги) - 15-25 м.

Ширину вулиці і дороги визначають обчисленням в залежності від таких параметрів:

-інтенсивність руху транспорту і пішоходів;

-набор елементів поперечного профілю (проїзної частини, технічної смуги для прокладки підземних комунікацій, тротуарів, озеленення тощо

Рис.2.8)

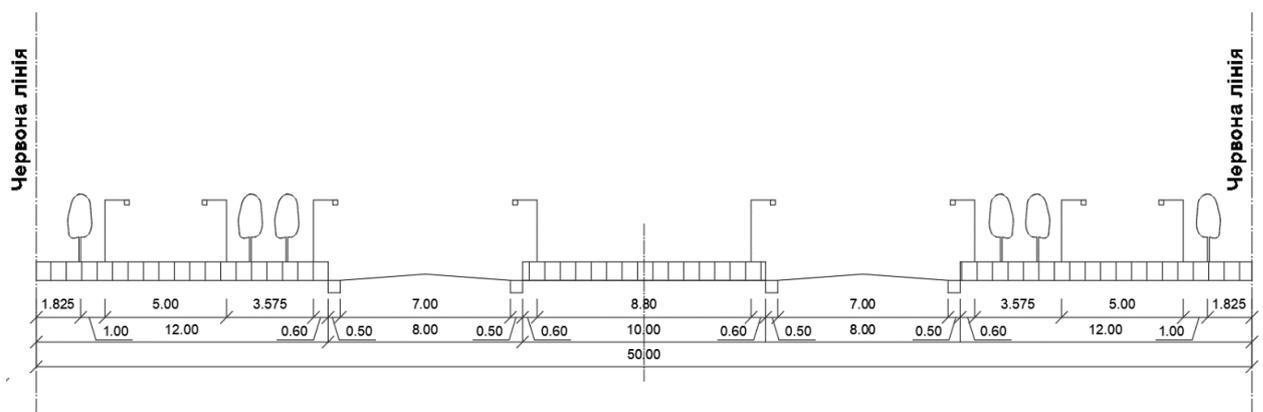


Рис. 2.8 - Поперечний профіль магістральної вулиці

Вулиця населеного пункту складається: із проїзної частини, тротуарів, смуг озеленення, розподільчих смуг, підземних інженерних мереж, шляхів рейкового транспорту, пристроїв регулювання руху, пристроїв для відведення поверхневої води, пристроїв для обслуговування пасажирів.

Нормативні параметри вулиць представлені у таблиці 2.1.

Нормативні параметри вулиць за розрахунковою швидкістю та розрахунковою інтенсивністю руху

Таблиця 2.1

Категорії вулиць і доріг	Розрахункова швидкість руху одиничного легкового автомобіля, км/год	Розрахункова інтенсивність руху, прив. од./год на смугу
<b>Міські вулиці та дороги</b>		
Магістральні дороги: безперервного руху регульованого руху	120 90	1200 800
Магістральні вулиці загального значення: безперервного руху регульованого руху	100 90	1200 700
Магістральні вулиці районного значення	80	500
Вулиці та дороги місцевого значення: житлові вулиці дороги промислових і комунально-складських зон проїзди	60 60 30	200 300 150
<b>Селищні та сільські вулиці</b>		
Селищні дороги	60	500
Головні вулиці	60	500
Житлові вулиці	60	100
Дороги виробничого призначення	30	-
Проїзди	30	25

За умовами роботи вулиці населених пунктів значно різняться від автомобільних доріг, що знаходяться за межами населеного пункту.

Основні особливості які відрізняють вулиці населених пунктів від автомобільних доріг, розташованими за межами населеного пункту є:

- *висока інтенсивність руху*. Показники інтенсивності руху транспорту на вулицях населеного пункту за добу у декілька разів перевищують інтенсивність позаміськими дорогами;

- *різновидність транспорту*. Вулицями населеного пункту окрім вантажного, легкового транспорту їздять тролейбуси, трамваї, велотранспорт а також, різний транспорт спеціального призначення (карети швидкої допомоги, транспорт комунальних служб, аварійний спеціальний, пожежна техніка тощо);

- *різновидний режим руху транспорту*. На вулицях населених пунктів паралельно із безперервним рухом транспорту є також і регульований за допомогою світлофорів. Є також режими транзитного і місцевого руху транспорту. На вулицях розміщені у великій кількості облаштовані зупинки пасажирського транспорту;

- вулиці населених пунктів та автомобільні дороги відрізняються також за кількістю перетинань;

- відмінність в інтенсивності *пішохідного руху*;

- *розміщення автостоянок*. Вулиці населених пунктів мають автостоянки різних типів, від короткотермінових уздовж бордюрів вулиці, до довгострокових, що розміщені у зонах вулиць.

- *підземні і наземні інженерні мережі*. На вулицях населених пунктів облаштовуються підземні та наземні мережі зі своїми спеціальними спорудами (колодязями, камерами тощо). Значна кількість стовпів, що освітлюють вулиці споруджується поруч із проїзною частиною, а тому рух транспорту на вулицях населених пунктів складніший, аніж на автодорогах за межами населеного пункту.

- *система водовідведення*. Вулиці у населених пунктах облаштовані приладами для водовідведення із прилеглих територій. Проїзжа частина вулиці населеного пункту облаштована водоприймальними колодязями, решітками, лотками тощо.

- *зелені насадження*. Озеленення що автомобільних доріг, що і на вулицях населених пунктів виконує велике санітарно-гігієнічне значення, захищаючи від шуму і пилу, але озеленення вулиць населених пунктів виконує транспортно-регулюючу роль а ще має архітектурно-оформлюване значення. Завдяки рослинності населені пункти мають свою характерну особливість.

- *особливий характер оформлення*.

- *умови ремонту і експлуатації*, включаючи особливості організації прибирання вулиці літом або взимку.

Всі ці відмінності між міськими вулицями та автомобільними дорогами, які знаходяться за межами населеного пункту визначають особливості в їх будівництві і експлуатації, які повинні бути враховані при проектуванні.

Швидкий характер розвитку населених пунктів, постійний стабільний рост автомобілізації призводить до загострення таких питань, як, наприклад, раціоналізувати систему дорожнього руху, облаштувати паркувальні місця, забезпечити якість дорожніх покриттів, організувати охорону навколишнього природного середовища. Відповіді на зазначені питання вимагають вірних підходів до системного управління, оптимального планування транспортної інфраструктури та ефективної організації транспортних потоків.

Для грамотного управління транспортною системою та прийняття оптимальних рішень в галузі транспортного планування потрібні системні знання щодо існуючої транспортної ситуації та прогнозування можливих сценарій її розвитку.

Як демонструє практичний досвід, транспортна модель населеного пункту, якою користуються задля прийняття управлінських рішень при стратегічному транспортному плануванні, являється оптимальним інструментом щодо кількісної оцінки можливих варіантів розвитку транспортної мережі, їх

порівняння у подальшому та обґрунтованих висновків щодо доцільності інвестиційних проєктів із розвитку транспортної інфраструктури.

Транспортні моделі, що будуються за сучасними інформаційними технологіями являються потужними обчислювальними програмними комплексами, які, спираючись на засади функціонально-просторові характеристики населеного міста загалом із усіма наявними даними щодо транспортного попиту і пропозиції вираховують найбільш ймовірний розподіл транспортних і пасажирських потоків вулично-шляхової мережі. Такі обчислення становляться базовими при прогнозуванні розвитку населеного пункту та являються необхідним аналітичним фундаментом для прийняття рішень із розвитку транспортної інфраструктури. Уміле стратегічне управління транспортною системою населеного пункту також має безпосередній вплив на якість транспортного обслуговування населення та безпеку дорожнього руху.

## **2.2. Елементи транспортної системи міст**

*Вулично-дорожня мережа* – це частина міських шляхів сполучення, що здійснює потрібні пасажирські та вантажні зв'язки між окремими функціональними зонами населеного пункту, а також усередині цих зон та других міських територій. Магістральні вулиці і дороги, вулиці і дороги місцевого значення є основою вулично-шляхової мережі.

Мережа міських вулиць і доріг являється одним із головних елементів планувальної структури населеного пункту.

Мережею здійснюється:

- пасажирські сполучення поміж житловими районами, кварталами, населеного пункту та місцями праці, громадським центром, об'єктами культурно-побутового обслуговування і центрами мікрорайонів;

- необхідна пропускна спроможність та надійність функціонування усіх елементів вулично-шляхової мережі із можливістю швидкого перерозподілу транспортних потоків на окремих ділянках мережі;

- безпека та зручність руху транспорту і пішоходів;
- зручний зв'язок із мережою позаміських автомобільних доріг та спорудами других видів транспорту, а саме: залізничними станціями, морськими та річними портами, аеропортами;
- раціональне прокладання інженерних комунікацій;
- допустимі норми рівнів шуму та загазованості повітря.

#### *Інженерний благоустрій*

Інженерним благоустроєм являється комплекс заходів, що покликані створювати сприятливі умови життєдіяльності населення, стабільної роботи промислових підприємств, комунальних закладів, транспорту тощо. Основним завданням інженерного благоустрою є підвищення рівня умов життя населення та збереження природи населених пунктів.

При проектуванні генерального плану населеного пункту, приміської зони чи житлового району, мікрорайону, кварталу, загальноміського і районного центру, закладів культурно-побутового обслуговування, а також промислових територій необхідне виконання вимог до інженерного благоустрою.

Інженерним благоустроєм вирішуються наступні питання:

- питання вертикального планування і водовідведення (влаштування закритих і відкритих водовідвідних пристроїв);
- облаштування проїзних, пішохідних доріг і алей;
- розміщення автомобільних стоянок і майданчиків різного призначення;
- влаштування озеленення із різним функціональним призначенням;
- спорудження малих водойм спортивного та декоративного призначення;
- благоустрій берегів водоймищ та річок;
- будівництво спортивних споруд;
- розміщення малих архітектурних форм;
- влаштування штучного освітлення вулиць, площ та інших територій міста;

- трасування підземних комунікацій і санітарне очищення населеного пункту.

Окрім вищевказаного, усі питання інженерного благоустрою мусять пов'язуватися із необхідним поліпшенням умов і збереженням довкілля, із забезпеченням комфортності міського середовища, боротьбою із шумом, інсоляцією територій тощо.

Також необхідно виконувати наступне:

- вибіру типу покриття;

- благоустрій окремих елементів міста, а саме: територій житлових кварталів, садово-паркових територій, змішаної забудови, промислових та транспортних підприємств, заміських зон відпочинку, комунально-складських територій а також розплідників.

Інженерний благоустрій є завершальним етапом будівництва міста або його окремих об'єктів. Містобудівник мусить володіти знаннями із містобудівної теорії та практики, знати усі інженерні вимоги до конструкцій, будівельних матеріалів, що використовуються при будівництві, правила інженерної підготовки, охорони праці тощо.

### **2.3. Вплив автотранспорту на навколишнє середовище**

Навколишнє середовище – це сукупність взаємодіяння природних, змінених у процесі діяльності людини чи штучно створених людиною матеріальних елементів, які оточують людину у процесі життєдіяльності.

По причині того, що людиною постійно змінюються природні компоненти довкілля (грунти, вода, повітря, рослинність, тваринний світ), то головним об'єктом охорони стає природне середовище. У зв'язку зі зростанням населених пунктів, чисельності їх населення, розвитком промисловості, збільшенням рівня автомобілізації, охорона природнього середовища на сьогодні є актуальною.

Міста мають значно вищу, аніж у сільській місцевості, температуру повітря, значно вищим є шумовий фон, вища інтенсивність електромагнітного

випромінювання, рівень вібрації тощо. Значний рівень забруднення повітря у населених пунктах із промисловістю пов'язаний із викидами окису вуглецю, фенолу, двоокису азоту, ксилолу, толуолу, ціаністого водню. Шкідливі викиди згубно впливають на людей, тварин, рослинність, пам'ятки історії та архітектури. Стан довкілля напряму пов'язаний зі збільшенням числа захворювань органів дихання, серцево-судинної системи, онкології, випадків уроджених аномалій тощо.

Фактори, які мають вплив на стан довкілля, поділяються на природні та антропогенні.

Природні фактори здебільшого не підпорядковуються людині та впливають на довкілля незалежно від неї. Людством здійснюються спроби змінити деякі з них (створюються водойми, осушуються болота тощо).

Антропогенні фактори повністю залежать від людини та підпорядковані їй. На даний час розроблено багато норм та правил, яким необхідно слідувати при містобудуванні, але й вони не дають повного захисту довкіллю, тому, що результат втручання містобудівників веде до змін екологічної ситуації на певній території.

#### **2.4. Структура вулично-дорожньої мережі**

Згідно за призначенням та умовами руху транспорту до складу сучасної вулично-дорожньої мережі входять дві групи вулиць:

- магістральні вулиці, головним призначенням яких є пересування усіх видів транспорту із перевагою до транзитного швидкісного (відносно окремих районів міста).

- вулиці і дороги місцевого значення, які призначені для місцевих транспортних потоків, ними переміщуються автомобілі до пунктів призначення (торгових підприємств, складів, внутріквартальних автостоянок, гаражів тощо). На вулицях цієї групи транзитний рух транспорту не передбачається.

Рівень безпеки та санітарно-гігієнічні умови життя жителів населених пунктів забезпечується, головним чином, за допомогою планувальних засобів. Проектуючи мережу магістральних вулиць та доріг необхідно неухильно дотримуватися вимог для створення раціональної системи громадського пасажирського транспорту, таких основних, як радіусів обслуговування зупинок за нормами, або необхідність диференціювати шляхи сполучення транспортних потоків за екологічними критеріями.

Магістральні вулиці безперервного руху проектується у великих містах. Їх улаштування здійснюється відповідно до напрямків головних пасажиро- і машино-потоків на сполученні житлового району із загальноміським центром, великими промисловими підприємствами, а також з метою об'їзду загальноміського центру транзитним транспортом. Вулиці безперервного руху плануються таким чином, аби вони перетиналися із другими вулицями на різних рівнях, а регульованого руху – при загальній інтенсивності транспортних потоків, здебільшого, на під'їздах до вузла більше 4000-6000 приведених авт./год. або показників інтенсивності одного із лівих поворотів більше 600 приведених авт./год. На першу чергу будівництва магістральних вулиць безперервного руху дозволено перетин на одному рівні або з неповною розв'язкою руху на різних рівнях при обов'язковому резервуванні території та підземного простору для можливості будівництва в майбутньому повних розв'язок транспортного та пішохідного руху[11]. При прокладанні магістральних вулиць безперервного руху в районах житлової забудови необхідно додатково передбачити місцеві проїзди одностороннього руху завширшки 7,0 м [11].

Ширину доріг та вулиць визначають за розрахунком, враховуючи інтенсивність руху транспорту і пішоходів, сукупність елементів поперечного профілю (проїзної частини, технічних смуг для улаштування підземних комунікацій, тротуарів, озеленення тощо) а також санітарно-гігієнічні та вимоги щодо цивільної оборони.

У малих і середніх містах ширина вулиць у межах червоних ліній приймається 30-45 м, а відстань від краю основної проїзної частини магістральних доріг до лінії житлової забудови приймається не менше 50 м, а встановленні шумозахистних споруд – не менше 25 м [11].

Улаштування велосипедних доріжок провадять відповідно до напрямку із більшою інтенсивністю пішохідних та транспортних потоків у малих, середніх і великих містах, сільських населених пунктах, а також у значних містах функціональних зон - селищної, промислової, ландшафтно-рекреаційної. Ширина смуги для велосипедного руху приймається 1,5 м (в обмежених умовах 1,0 м), а велодоріжок відповідно при односторонньому русі 2,5 (1,75) м, при двосторонньому – 3,0 (2,5) м [11]. Доріжки для проїзду інвалідних колясок прокладають згідно основних напрямків руху інвалідів у межах населеного пункту або району до установ охорони здоров'я, соціального забезпечення, торгівлі, спорту тощо, передбачаючи при цьому облаштування перехресть (пандуси-з'їзди, світлофори тощо). Допускається поєднання доріжок для руху інвалідних візків з пішохідними та велодоріжками.

Ширину пішохідних доріжок і тротуарів, які забезпечують рух інвалідів і немічних на кріслах-візках, улаштовують не менше 1,8 м при двосторонньому русі та 1,2 м – при односторонньому, величина ухилів пішохідних доріжок і тротуарів не повинна перевищувати: поздовжніх – 40‰, поперечних – 10‰ [11].

## **2.5. Планувальні схеми вуличної мережі**

Потреба класифікувати мережу міських вулиць і доріг виникла при необхідності забезпечення територією населеного пункту руху усіх видів міського наземного транспорту. Мета класифікації це розподіл руху на однорідні транспортні потоки згідно із функціональним призначенням вулиці.

З метою підвищення пропускної здатності міської вулиці та задля чіткої організації руху необхідне уніфікування рухомого складу, є необхідність

створити його більш однорідним. Це дозволить розподіляти переміщення окремими магістралями населеного пункту і за рівнем впливу рухомого складу на довкілля (шум, вібрація, загазованість повітря), виконувати ці переміщення, враховуючи функціональне зонування.

На даний момент є тільки класифікація міських вулиць за функціональним призначенням, а за технічними показниками немає. Це пояснюється тим, що при проектуванні вуличної мережі її закладають до генерального плану населеного пункту, орієнтуючись на віддалену перспективу (20 – 50 років) та для розвитку вуличної мережі резервують територію, по межі якої розміщена міська забудова. Межі, якими відокремлюється вулиця від території забудови, названо червоними лініями. Усі елементи вулиці для руху пішоходів і транспортних засобів необхідно розміщувати у межах червоних ліній.

Прийнята класифікація встановлює мінімальну кількість елементів поперечного профілю вулиці та їх основні розміри. Збільшити розміри елементів можливо лише при техніко-економічному обґрунтуванні, засновані на розрахунках пропускної здатності вулиці, безпеці руху та транспортних втрат. Такі розрахунки необхідні при проектуванні міських вулиць і дають усунути невизначеність, що пов'язана з відсутністю технічної класифікації. Та сама категорія вулиці може мати різну ширину основної проїзної частини, місцевих проїздів, розділових смуг і тротуарів в залежності від очікуваної інтенсивності руху. Але в будь-якому разі мінімальна технічна оснащеність вулиці визначається її функціональним призначенням.

Основні перевезення пасажирів і вантажів у містах здійснюються магістральними вулицями. Саме ними обумовлюється тип вулично-дорожньої мережі міста. Кількість магістральних вулиць та їх протяжність визначається рівнем автомобілізації міста.

Для міст України цей рівень прийнято у межах 180–220 авт. на 1000 жителів. Для такого рівня автомобілізації щільність магістральної вулично-

дорожньої мережі, що визначається як відношення довжини магістральних вулиць до площі району, повинна бути 2,2–2,4 км/км<sup>2</sup> території міста [11].

Ця щільність нерівномірна по всій території міста. У центральній частині міста щільність магістральних вулиць повинна бути збільшена до 3,0–3,5 км/км<sup>2</sup>, у периферійних районах з житловою забудовою – до 2,0–2,5 км/км<sup>2</sup>, у промислових – зменшена до 1,5–2,0 км/км<sup>2</sup>, у лісопаркових зонах – до 0,5–1,0 км/км<sup>2</sup> [11].

Щільність місцевої вуличної мережі на міжмагістральній території може складати 2 км/км<sup>2</sup>. При цьому необхідно враховувати, зберігання автомобілів особистого користування передбачено на проїзній частині місцевої вуличної мережі. За нормою, на проектування житлових районів передбачається розміщення на території мікрорайонів не менше 70% автомобілів громадян, що проживають у цьому мікрорайоні, з урахуванням розрахункового рівня автомобілізації, а майданчики для зберігання автомобілів у мікрорайонах повинні вміщувати не менше 25% легкових автомобілів [13].

На плані населеного пункту вулицями та дорогами утворюється мережа наземних шляхів сполучення. За обрисами її відносять до однієї з принципівих схем вуличної мережі міста. Такими схемами є вільні, які не мають чіткого геометричного малюнку, прямокутні, прямокутно-діагональні і радіально-кільцеві.

Вільні схеми вулиць притаманні старим південним містам України. Уся мережа складається із вузьких кривих вулиць із змінною шириною проїзної частини, дуже часто виключає рух автомобілів за двома напрямками (рис. 2.9, а). Наслідками реконструкції таких вулиць становиться руйнація існуючих будівель. У сучасних містах такої схеми немає, але вона може бути залишена тільки у заповідних частинах міста.

Прямокутна схема значно поширена і притаманна молодим містам. Перевага прямокутної схеми полягає у відсутності чіткого центрального ядра, що надає можливість рівномірно розподілити транспортні потоки усією територією міста (рис. 2.9, б). Недолік цієї схеми полягає у великій кількості

завантажених пересічень, якими ускладнюється рух та збільшуються транспортні втрати, зростає перепробіг автомобілів напрямками, які не збігаються з напрямками вулиць.

Рівень пристосованості вуличної мережі до вимог сучасного міського руху оцінюється за показником коефіцієнта непрямолінійності – це відношення дійсної довжини шляху поміж двома точками до довжини повітряної лінії. Прямокутна схема вулиць має найбільше значення коефіцієнту – 1,4 – 1,5, що показує перебробіг на 40 - 50% міського транспорту для перевезення пасажирів і вантажів для населених міст із такою схемою. Маючи однакові обсяги перевезень, показники інтенсивності руху на вулицях таких міст на 25 - 40% вище, ніж у містах з радіально-кільцевими схемами та ще мають негативні наслідки, а саме: перевитрата пального, забруднення навколишнього середовища, підвищення показників аварій, перевантаження вулиць рухом.

Прямокутно-діагональна схема вулиць є результатом розвитку прямокутної схеми (рис. 2.9, в). До її складу входять діагональні і хордові вулиці, які проходять в існуючій забудові найбільшими завантаженими напрямками. Коефіцієнт непрямолінійності для прямокутно-діагональних схем становить 1,2 – 1,3.

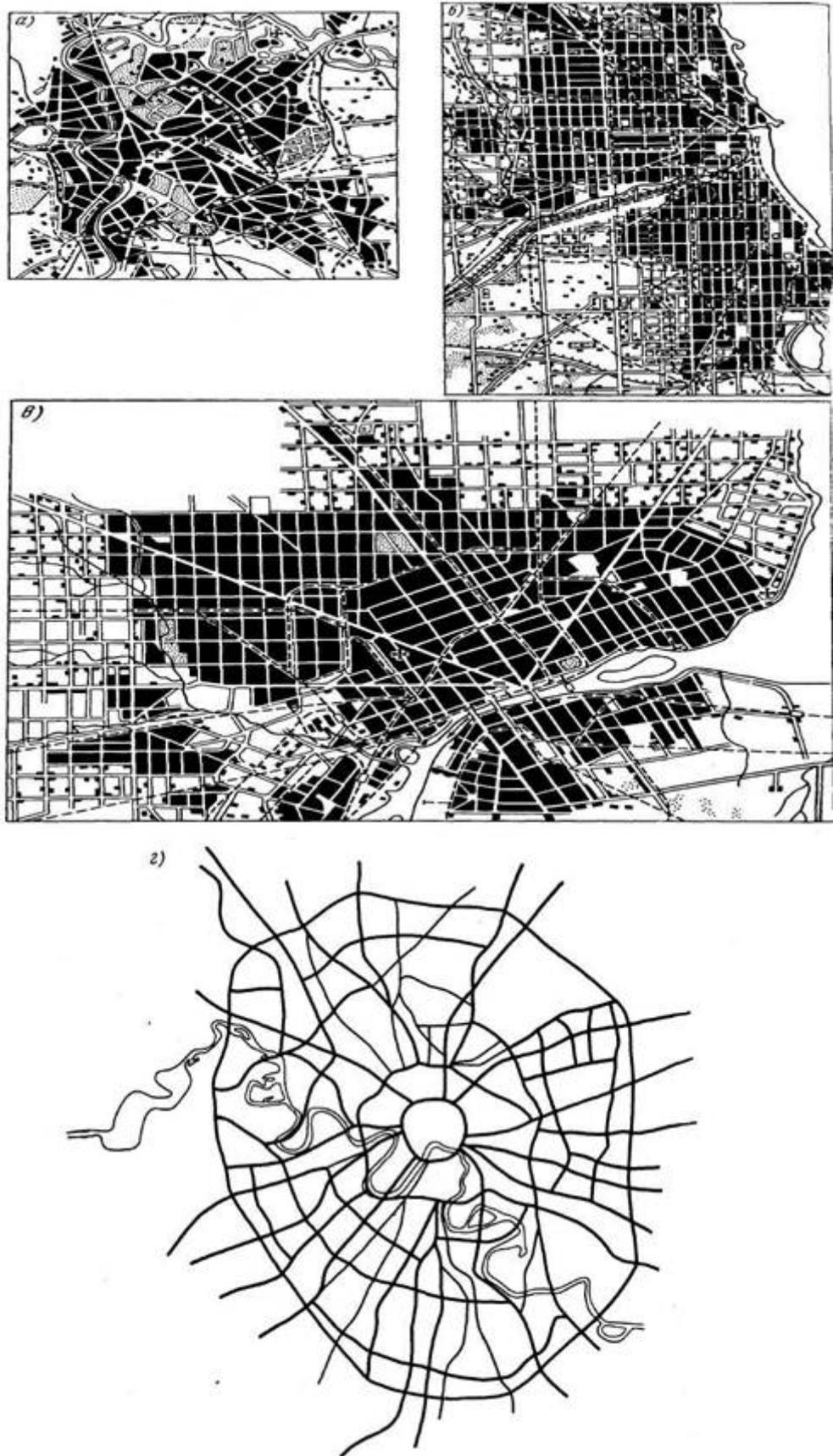


Рис. 2.9. Схеми вуличної мережі міста: *a* – вільна; *б* – прямокутна; *в* – прямокутно-діагональна; *г* – радіально кільцева.

За такою схемою трохи поліпшується транспортна характеристика вуличної мережі міста, але при цьому створюються нові проблеми: перетин населеного пункту по діагоналі викликає появу складних перехрещень з п'ятьма і шістьма вулицями. За малої інтенсивності руху (загалом на усіх вулицях менше 1500 авт./год) для їх розв'язки можна застосувати кільцеву схему, при високій інтенсивності руху приміняють транспортні розв'язки за двома або трьома рівнями.

Для радіально-кільцевої схеми вуличної мережі характерне використання двох принципово різних видів магістралей – радіальних та кільцевих (рис. 2.9, г). Радіальні магістралі є зазвичай продовженням автомобільних доріг і слугують для глибокого введення транспортних потоків у місто, для зв'язку центра міста із окраїнами та деякими районами поміж собою.

Кільцеві магістралі – це розподільні магістралі, якими з'єднуються радіальні і забезпечується переведення транспортного потоку з однієї радіальної магістралі на іншу. Вони використовуються також і задля транспортного зв'язку між окремими районами, що розташовуються в одному поясі міста.

Радіально-кільцевою схемою вулично-дорожньої мережі міста не передбачено наявності повністю замкнутих кілець, тут важливе забезпечення переміщення транспортних потоків від однієї радіальної магістралі до іншої найкоротшим напрямком – тангенціальним. За таким напрямком можуть розміщуватися окремі хорди. Бажано, аби вони перекривали одна одну і забезпечили сполучення між усіма радіальними магістралями. Чим ближче наближення до центральної частини населеного пункту, тим є більша потреба у повністю замкнутих кільцях. На окраїні міста необхідність поперечних транспортних сполучень продиктована в основному обсягом і напрямом вантажних перевезень. Радіально-кільцева схема вуличної мережі має найменший коефіцієнт непрямолінійності – 1,05 – 1,1.

Усі вище розглянуті схеми (Рис.2.9) вуличної мережі рідко представлені у чистому вигляді у сучасних містах. По мірі розвитку міста, його транспортної системи планувальна схема вулиць все більше набуває вигляду на першому етапі радіальної схеми, а потім після будівництва обхідних доріг по межах міста і вулиць, якими оточується центр міста, радіально-кільцевої. У межах одного району частіше зберігається прямокутна схема вулиць.

## **2.6. Транспортна модель міста**

Розробка та прийняття ефективних рішень щодо раціонального та безпечного використання різних видів міського транспорту та їх взаємодія для забезпечення транспортних потреб населення, тобто управління цією складною природно-технічною системою, не може бути ефективним, якщо орієнтуватися лишень на образи, життєвий або професійний досвід осіб, від яких залежить прийняття управлінських рішень, закордонний досвід, думку населення і спрощені технології.

Необхідне введення певних показників ефективності функціонування міських транспортних систем, проводити їх кількісну оцінку та вирішувати задачі по оптимізації.

Тому для підтримки прийняття містобудівних рішень, що так чи інакше пов'язані із транспортною системою у всьому світі використовується такий інструмент, як транспортне моделювання.

Транспортна модель — це комп'ютерна прогнозна математична модель, що представляє собою базу даних про населений пункт, яка накладена на геоплатформу.

Імітаційне моделювання транспортних потоків спроможне розв'язувати цілий ряд необхідних задач для вироблення та узагальнення при прийнятті рішень в області дорожнього руху, а саме:

- проводити візуальний аналіз ефективності функціонування існуючої та проєктної схем організації дорожнього руху на окремих ділянках ВДМ;

-здійснювати детальний і формалізований розгляд результатів моделювання за декількома параметрами функціонування моделюючої ділянки ВДМ (середня швидкість та середня тривалість затримки кожного транспортного засобу).

Побудова транспортних моделей дозволяє вирішувати локальні проблеми населеного пункту, наприклад, оптимізація транспортних потоків. Інформаційні блоки моделі будуть складати єдину базу даних, яка призначена для безпосереднього зберігання та обробки інформації, що необхідна для розрахунку транспортних потоків. Застосування алгоритмів розв'язання задач, що орієнтовані на розрахунок потреби в пересуваннях і транспортних потоків, будуть утворювати розрахункові блоки моделі.

Транспортна система міста відповідно буде включати картографічну інформацію, дорожню мережу для різних видів транспорту, середньорічну добову інтенсивність, типи вулиць та доріг, пропускну здатність перетинів і перегонів тощо. Блоки статистичних даних будуть отримуватися з інформаційних джерел по перетинах (вузлах) і ділянках доріг між перетинами (перегонів).

Завершальним етапом моделювання стане виведення різноманітних даних у табличній та графічній формах.

Маючи такий інструмент, як транспортна модель міста, структури державної влади можуть об'єктивно виконувати наступні функції:

- експертна підтримка органів державної влади за всіма питаннями розвитку транспортної інфраструктури в місті на основі всіх зібраних (отриманих) значущих для прогнозування транспортних потоків і транспортної інфраструктури даних;

- розробка транспортних розділів Генерального плану, Комплексної транспортної схеми, комплексної схеми організації дорожнього руху, інтелектуальної транспортної системи міста;

- експертиза всіх проектів, що стосуються транспортних потоків і транспортної інфраструктури [18].

## **2.7. Висновки по розділу 2**

Розглянуті сучасні тенденції проектування вулично-дорожньої мережі населених пунктів та зроблений висновок про те, що необхідне удосконалення методів та прийомів проектування, реконструкції з урахуванням сучасних вимог.

Проаналізовані планувальні схеми вулично-дорожньої мережі населених пунктів, а саме: вільна, прямокутна, прямокутно-діагональна, радіально кільцева. Визначений показник коефіцієнта непрямолінійності (це відношення дійсної довжини шляху поміж двома точками до довжини повітряної лінії) для кожної схеми. За результатами досліджень можна зробити висновок, що більшість вулиць та провулків у містах України не забезпечують проектної пропускної здатності, а тому потребують реконструкції, при якій будуть застосовуватися новітні прийоми проектування вулично-дорожньої мережі.

Необхідно розробити сучасні принципи і прийоми для вдосконалення вже існуючих вулично-дорожніх мереж, враховуючи технічні, безпекові та екологічні вимоги.

На сьогоднішній день транспортні моделі міста успішно використовуються на практиці у багатьох країнах світу. Транспортне моделювання являється найсучаснішим засобом комплексного рішення проблем дорожньої мережі та управління дорожнім рухом.

## Розділ 3.

### ПРИЙОМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

#### 3.1. Визначення поняття «універсальний дизайн» для вулично-дорожньої мережі

Поняття «Універсального дизайну» (з англ. – «universal design») визначається як дизайн продуктів, середовища, програм та послуг для вулично-дорожньої мережі, які використовуються усіма людьми із максимальною можливістю без необхідної адаптації або спеціалізованого проектування. Універсальний дизайн при необхідності не позбавляє допоміжних пристроїв для людей з інвалідністю. Мета універсального дизайну полягає у поліпшенні життя усіх людей, створенні продуктів, інформації та навколишнього середовища вулично-дорожньої мережі, які можуть бути використані якомога більшою кількістю людей.

Універсальний дизайн також називають інклюзивним дизайном, дизайном для всіх, а також дизайном на всі випадки життя [9].

#### 3.2. Основні принципи універсального дизайну для вулично-дорожнього простору

Принцип універсального дизайну це розробка групи архітекторів на чолі з Роном Мейсом. Його сутність це: рівність та доступність використання; гнучкість при користуванні; простота й інтуїтивність при втіленні в життя; доступність викладеної інформації; терпимість до помилок; невеликі фізичні зусилля; наявність необхідного простору, місця, розміру.

Засоби, що його реалізують:

- це *рівноправність* користування заходами для усіх категорій користувачів, для того, аби завдяки додатковим, доступним пристосуванням окремі відвідувачі не опинялися у гіршому становищі;
- *гнучкість* у використанні, тобто у ситуації, коли одним і тим же пристроєм могли б скористатися усі однаково легко;
- *простота*, це коли дія не потребує додаткових навичок або досвіду, чи

знання мови, а може виконуватися на інтуїтивному рівні;

– *сприйнятність інформації та сигналів*, включаючи незрячих людей, глухих, чи людей зі зниженим рівнем уваги, а також з інтелектуальними вадами;

– *толерантність до помилок*, у ситуаціях, коли ненавмисна або випадкова дія не створить великої загрози;

– *мінімальність зусилля*, у разі якщо елемент середовища або пристрій не викликає втоми при тривалій дії, а також у випадку невеликого одноразового зусилля;

– *достатність розмірів і простору*, включно із місцем для допоміжних засобів, які використовують люди з обмеженими можливостями, з використанням зон досяжності, різні для різних людей.

### **3.3 Досвід втілення універсального дизайну для вулично-дорожнього простору**

Ідеї універсального дизайну впроваджуються у різні аспекти для вулично-дорожнього простору та для різних груп людей. Можна навести багато прикладів практичного втілення принципів універсального дизайну, а саме:

- відсутність сходів до будівлі – один плаский вхід для всіх;
- вхід із розсувними дверима до супермаркетів, аеропортів, лікарень та інших установ комерційного і громадського призначення;
- навчальні матеріали, в яких враховані можливості усіх дітей;
- інформація в доступних форматах на веб-сайтах компаній та організацій, якою можуть користуватися скористатися різні клієнти;
- наявність у транспорті поручнів різного рівня;
- улаштування в банках для клієнтів стоек різної висоти;
- облаштування банкоматів на висоті, доступній для кожної людини, включаючи людей в інвалідних візках;

- титрування інформаційних повідомлень та новин;
- ручка важільного типу на дверях, що є максимально зручною для більшості людей, незважаючи на можливі функціональні обмеження рук;
- автобуси або тролейбуси з висувним пристроєм або підйомником для заїзду;
- різні варіанти підйому – сходи, ескалатор, ліфт;
- різні види піктограм на табличках громадських будівель, супермаркетів тощо;
- карта місцевості, яка є максимально зрозумілою для всіх завдяки піктограмам, читабельному шрифту та інтуїтивному упорядкуванню інформації;
- використання контрастних кольорів стін та підлоги в приміщеннях, що допомагає одночасно спростити орієнтування та вказати напрямок до входу або виходу;
- назви вулиць, що подаються великим шрифтом;
- інформація про зупинки, що продубльовано на табло у транспорті або табло зупинок, коли людина не чує або їде в навушниках;
- підсвічування сходів в місцях громадського користування;
- наявність тактильних ліній яскравого жовтого кольору на пішохідних переходах або метро;
- неслизькі підлоги для мінімізації ризиків сковження та падіння;
- улаштування кольорового маркування на дверях, до прикладу, наявність жовтої стрічки на скляних дверях (багато людей не помічають скляних дверей), а також встановлення дверей, що мають контрастний колір у порівнянні зі стінами. Це допомагає зорієнтуватися, особливо людям зі слабким зором;
- встановлення дверей, які відчиняються без особливих зусиль (наприклад, людина з пакетами покупок може з легкістю відчинити їх ліктем);
- наявність горизонтальних рухомих доріжок в аеропортах, що полегшить пересування людей із багажем між терміналами чи у зоні відльоту;

- облаштування лав у зонах очікування в метро, на автобусних чи тролейбусних зупинках, парках, біля магазинів, аптек тощо;
- встановлення широких ліфтів;
- наявність широких автоматичних розсувних дверей для проїзду батьків із дитячими візочками або людини, що пересувається в колісному кріслі;
- встановлення широких турнікетів на станціях метро або других громадських місцях для загальної зручності, незалежно від фізичних можливостей, ваги, зросту, наявності широкої валізи або візочка;
- наявність достатнього простору в туалетних кабінках;
- наявність широких проходів до приміщень для безперешкодного пересування різної категорії людей тощо.

### **3.4. Принципи реконструкції вулично-дорожньої мережі**

Проведені дослідження дозволили визначити головні принципи реконструкції ВДМ (Рис.3.1), а саме: *планувальний, організаційний, експлуатаційний та екологічний*. Ці принципи у свою чергу поділені на *прийоми та засоби* реконструкції вулично-шляхової мережі (Рис.3.1).

Планувальні принципи вважаються найбільш суттєвими для виконання реконструкції вулично-шляхової мережі населеного пункту для її вдосконалення, яка складається в застосуванні перехресть в різних рівнях, колових перехресть, виконання заходів по інклюзивності, використання підземного простору (Рис.3.2).

На (Рис. 3.1-3.13) представлені принципи, прийоми та засоби реконструкції вулично-дорожньої мережі.

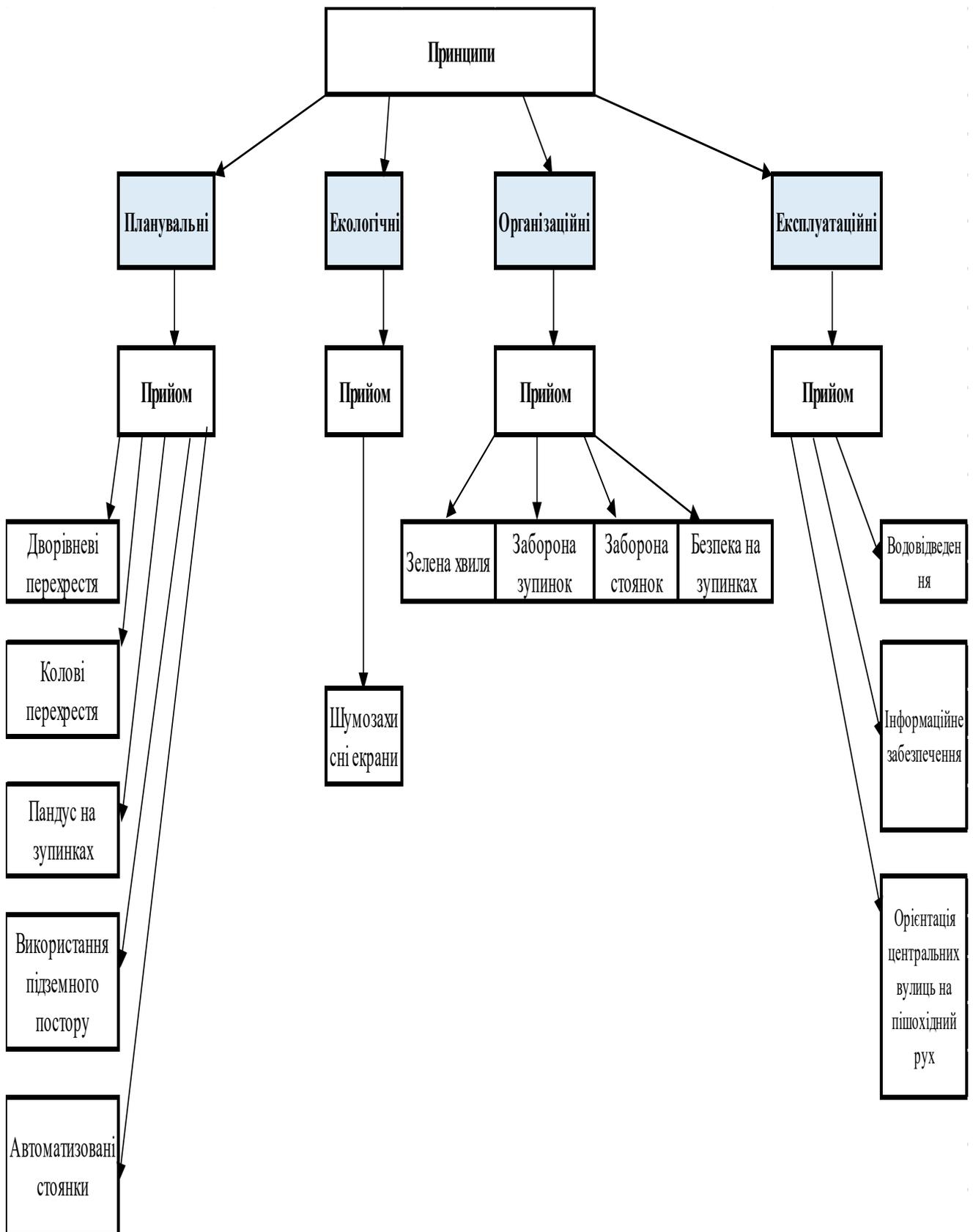


Рис.3.1- Принципи реконструкції вулично-дорожньої мережі

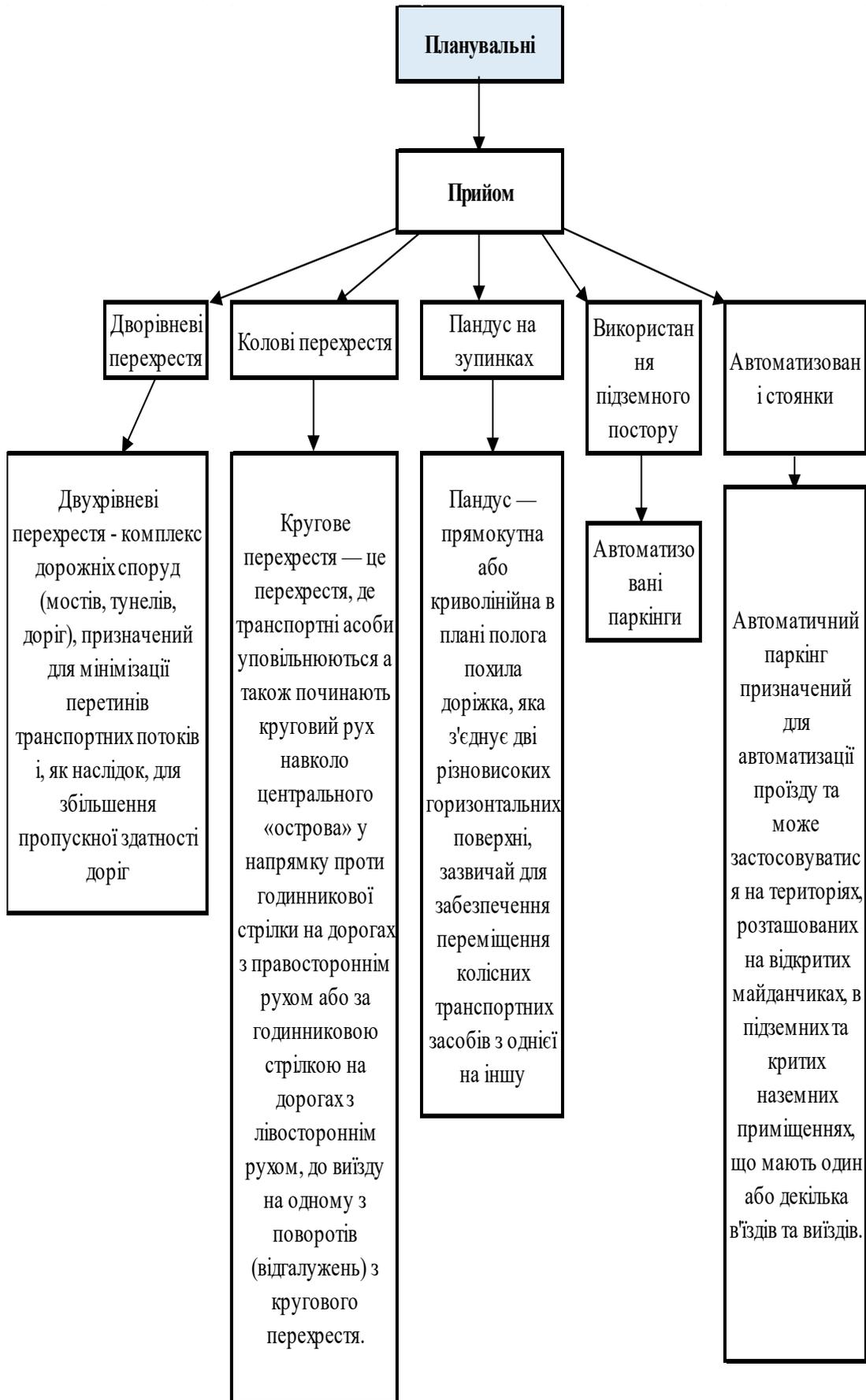


Рис. 3.2 - Планувальні принципи і прийоми

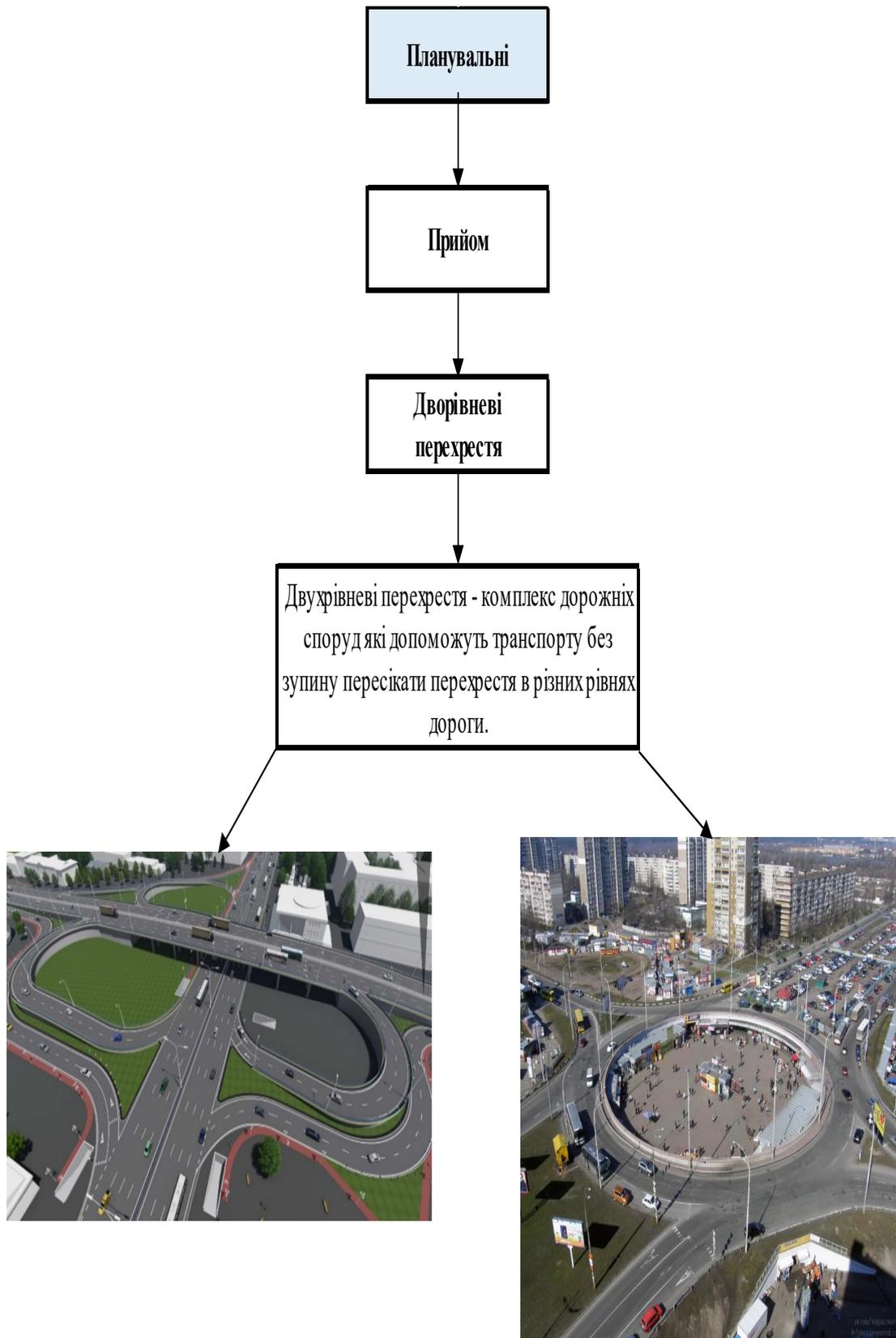


Рис. 3.3 - Планувальні принципи (дворівневі перехрестя)

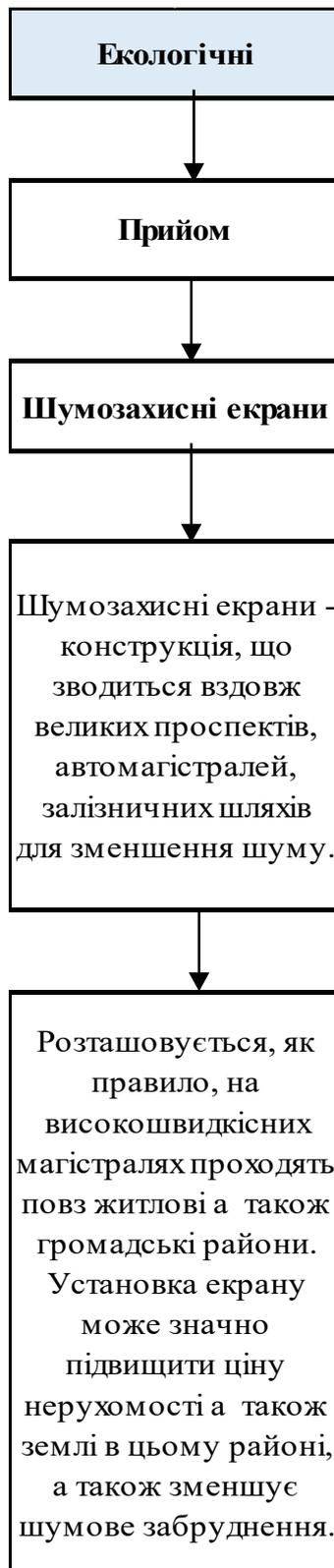


Рис. 3.4 - Екологічні принципи

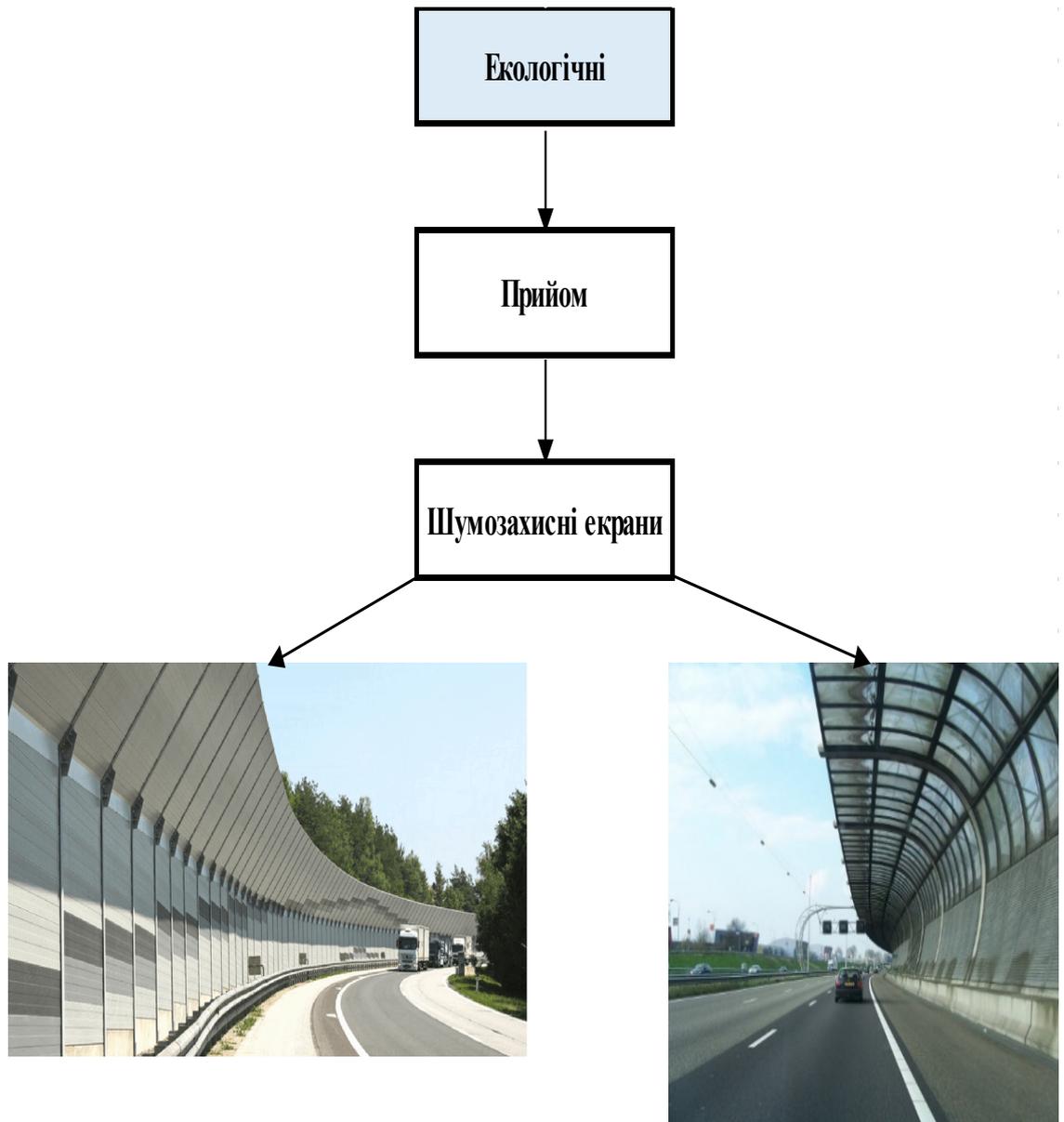


Рис. 3.5 - Екологічні принципи ( шумозахисні екрани)

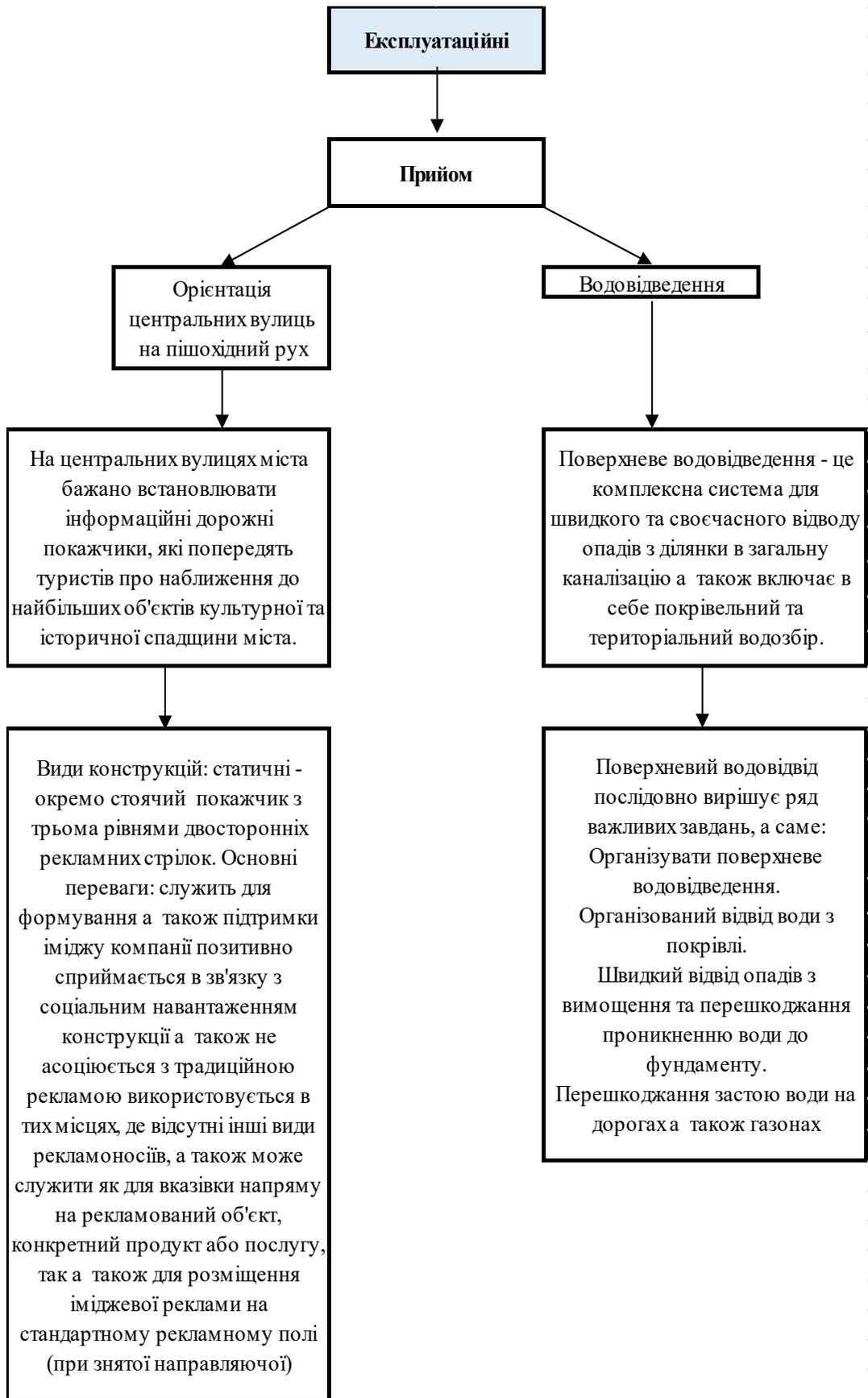


Рис. 3.6 - Експлуатаційні принципи

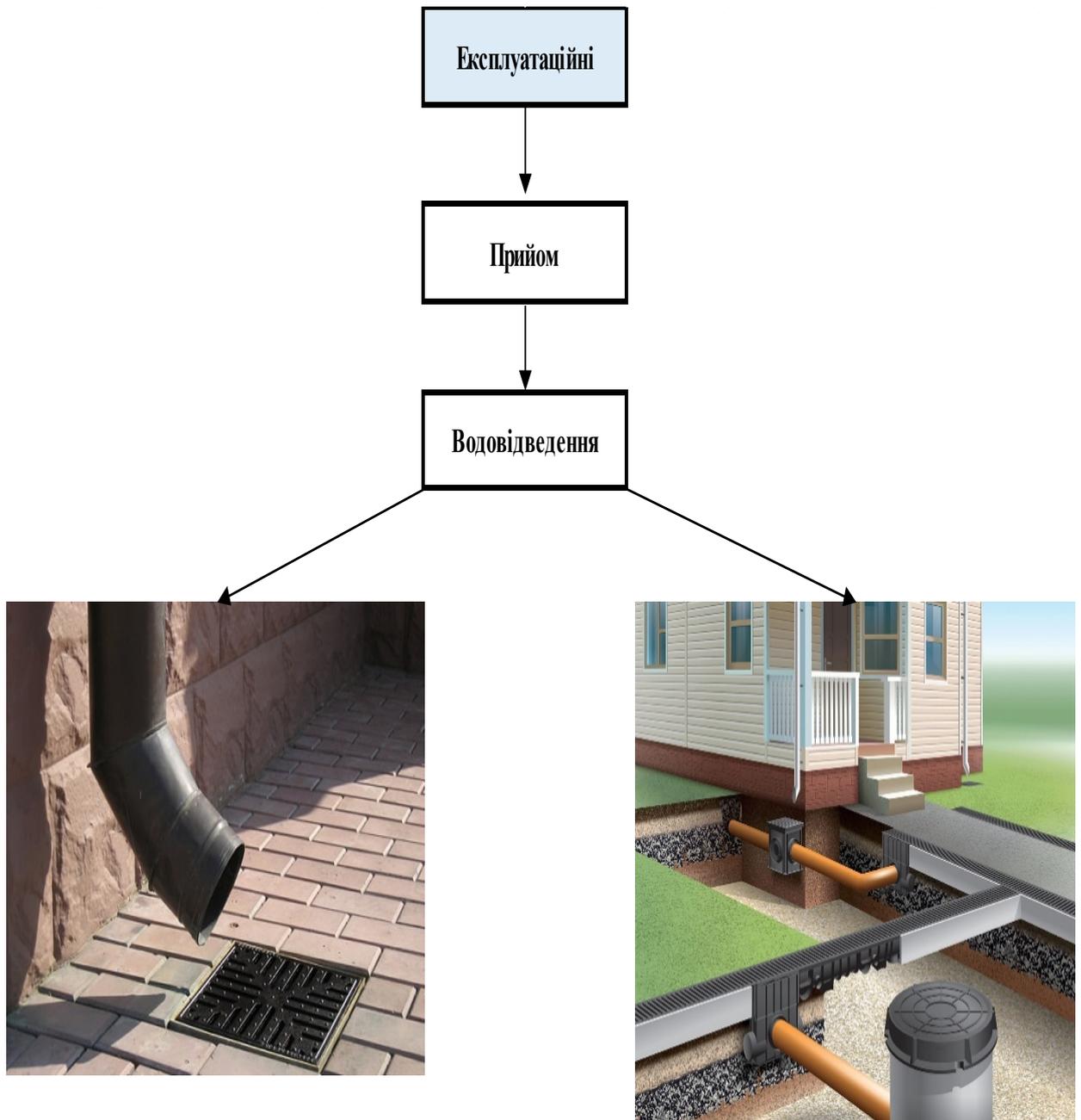


Рис. 3.7 - Експлуатаційні принципи (водовідведення)

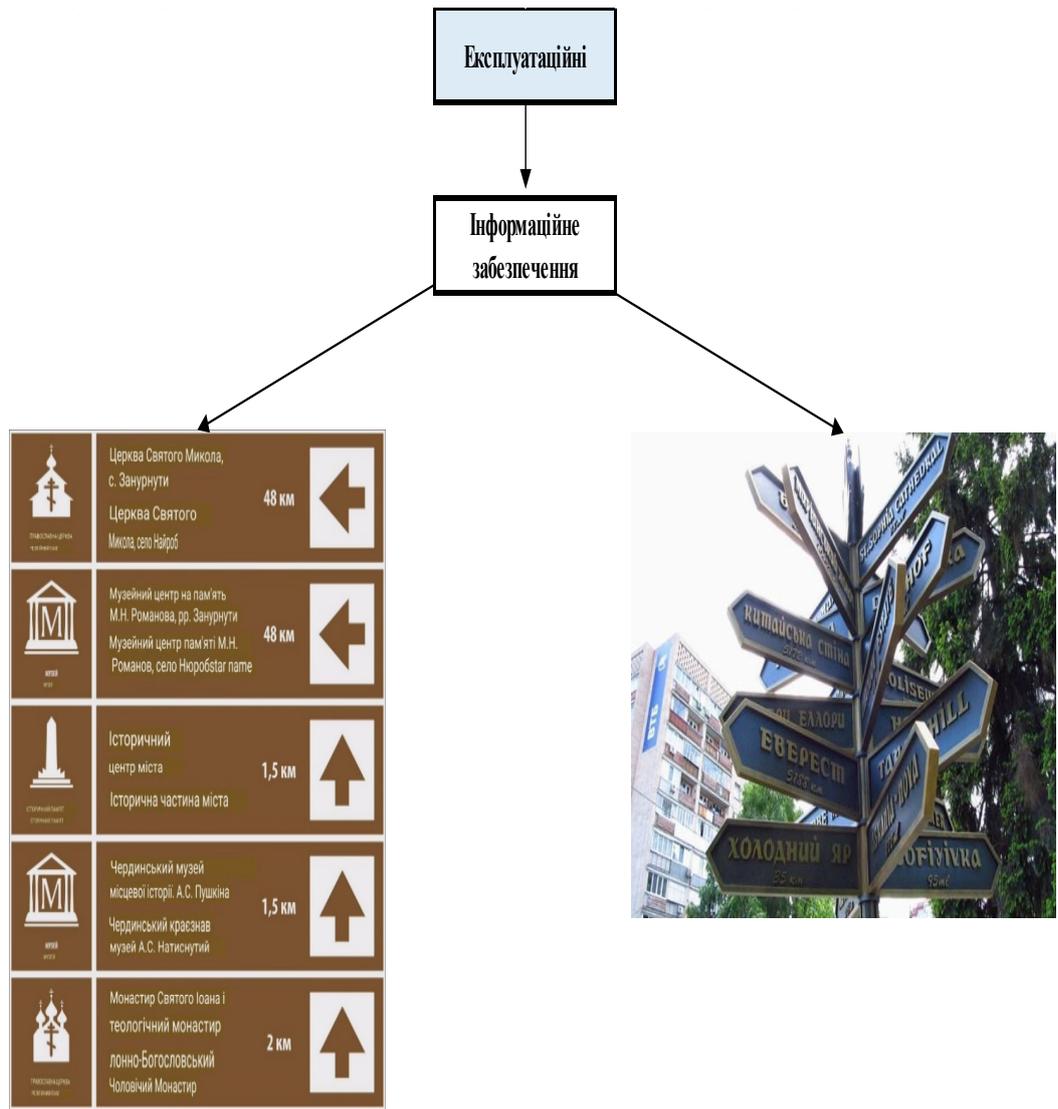


Рис.3.8 - Експлуатаційні принципи (інформаційне забезпечення)

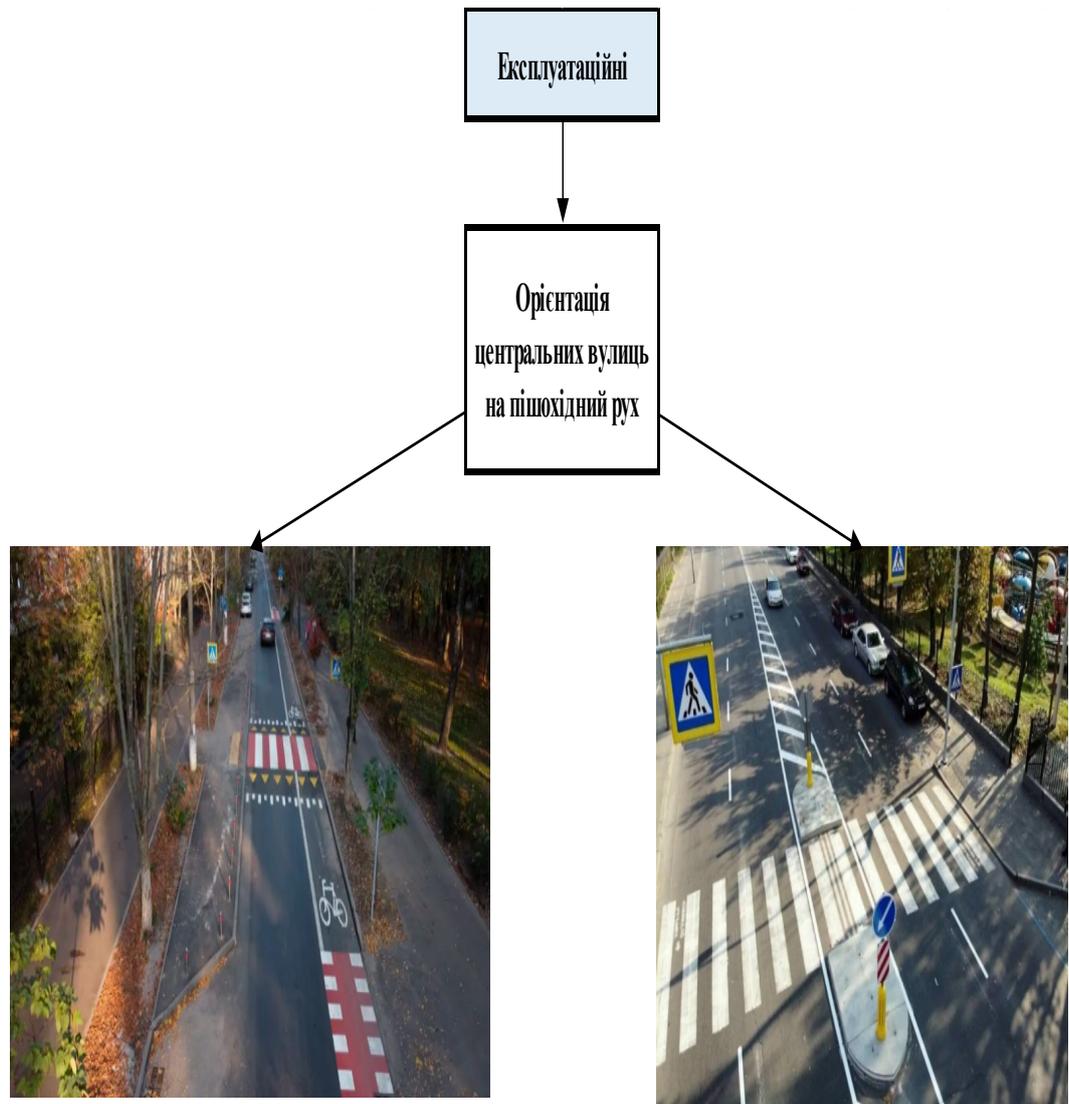


Рис.3.9 - Експлуатаційні принципи (орієнтація центральных вулиць)

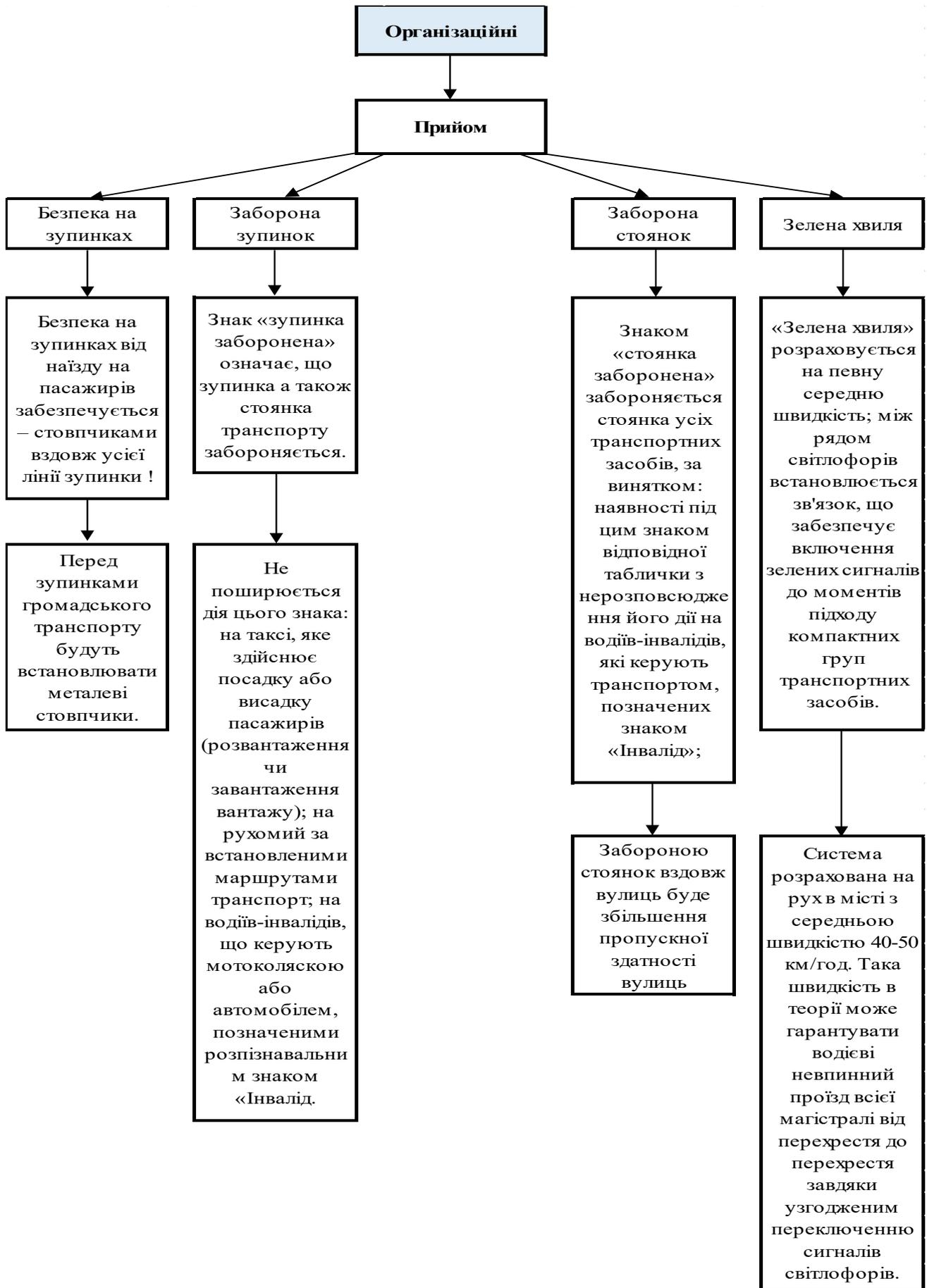


Рис. 3.10 - Організаційні принципи

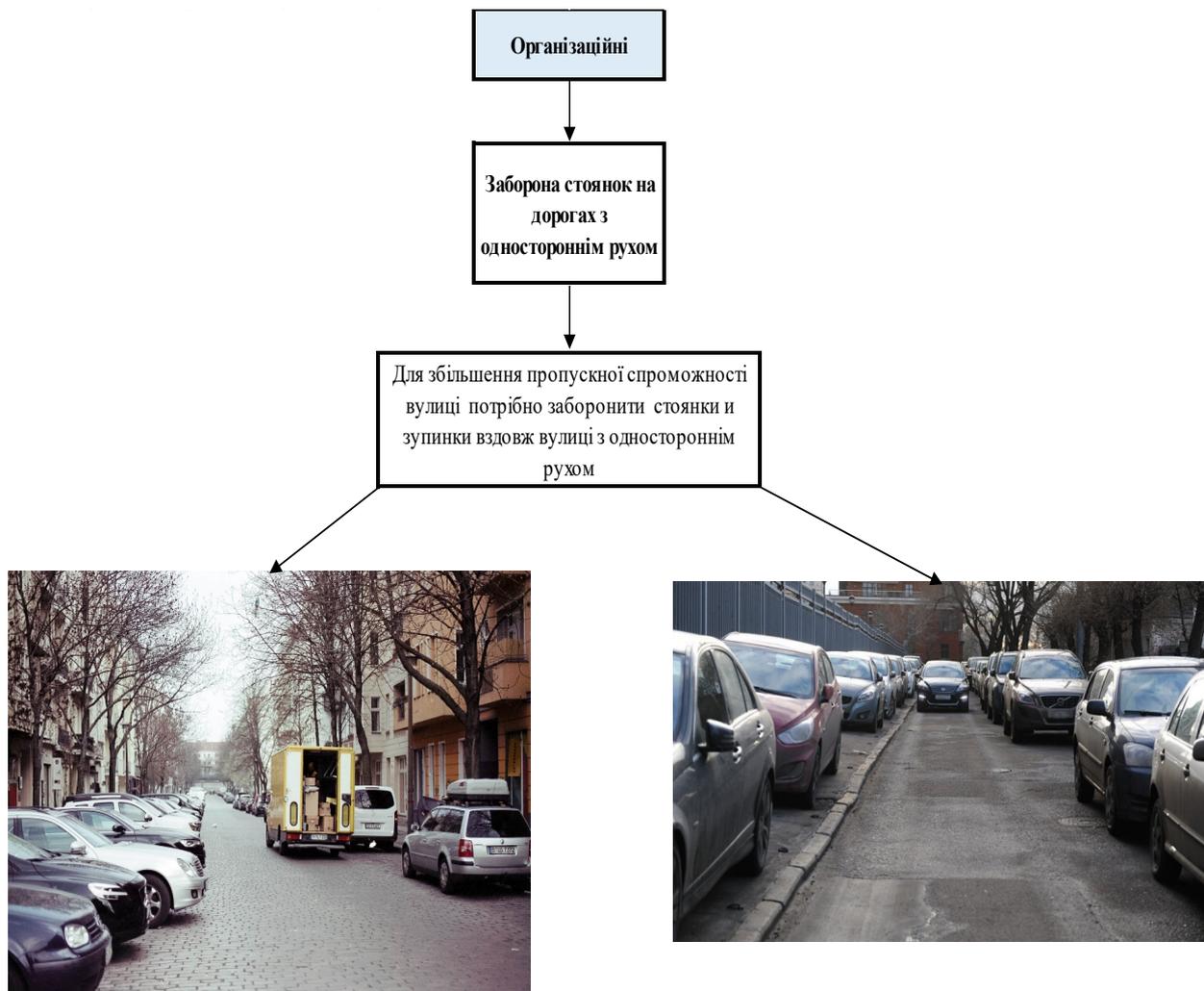


Рис. 3.11 - Організаційні принципи

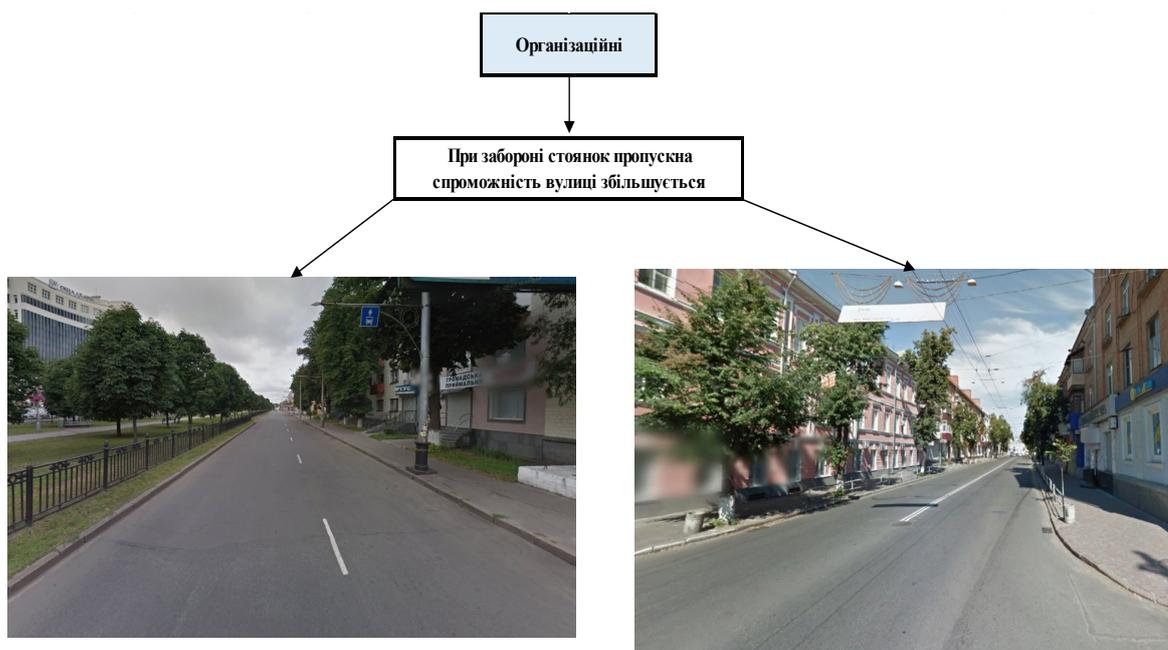


Рис 3.12 - Організаційний принцип

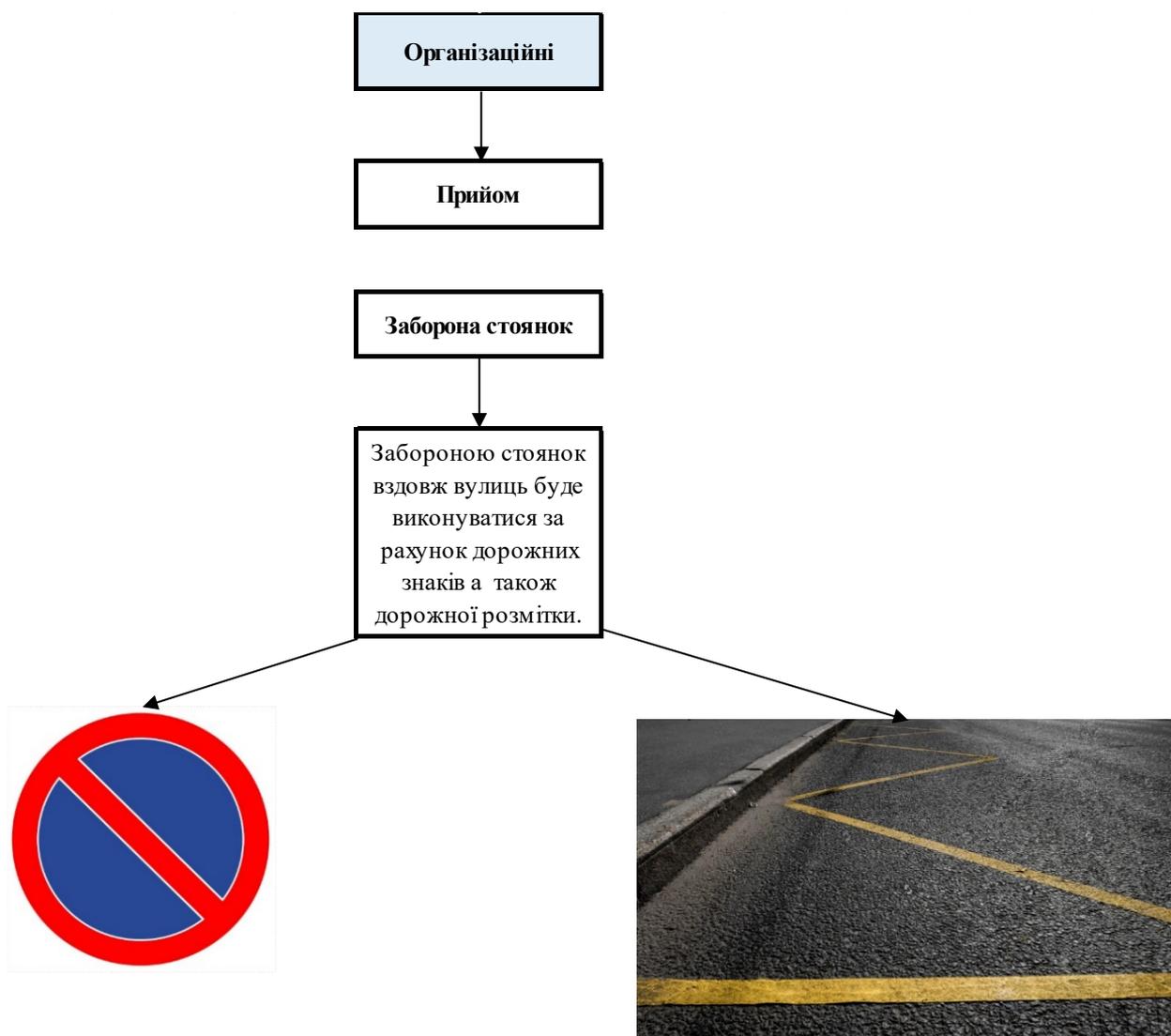


Рис 3.13 - Організаційний принцип (заборона стоянок)

При реконструкції вулично-дорожньої мережі необхідно дотримуватися *принципу безпеки*, який надасть можливість уникнути травм, небезпечних місць; місць перехрещень великої кількості шляхів руху; дозволить безпечно подолати перешкоди (висоту, ухил, час переходу); виключить помилкові ефекти сприйняття середовища, яке провокує ситуації ризику.

Критерії безпеки містять наступні параметри та прийоми:

а) освітленість зупинок громадського транспорту відповідно до різного часу доби і пори року, а саме: природного та штучного освітлення; освітлення на сонячних батареях; використання спеціальних світильників, або діодних підсвічувань;

б) безпечне використання транспорту для МГН, а саме: улаштування таких зупинок громадського транспорту, які будуть пристосовані до вільної посадки або висадки людей з інвалідністю; врегулювання діяльності «маршрутного таксі» з відповідним інструктажем водіїв, що містить вимоги до перевезення людей з обмеженими можливостями;

в) безпечне облаштування зупинок громадського транспорту, а саме: необхідність улаштування зупинок громадського транспорту за перехрестям; розміщення на магістралях зупинок громадського транспорту за принципом одна навпроти іншої; обов'язкове розміщення зупинок у добре видимій частині дороги; застосувати засоби для виключення помилкових ефектів по сприйняттю середовища, що провокують ситуації ризику;

г) встановлення достатнього проміжку часу для перетину проїзної частини на одному рівні;

д) влаштування окремої смуги для маршрутних транспортних засобів;

е) наявність засобів регулювання безпекою дорожнього руху, а саме: виконання різнобарвного світлого покриття; облаштування переходів світлофорами; розміщення знаків дорожнього руху; улаштування відповідного дорожнього обладнання (огородження, напрямні стовпчики, опуклі дзеркала); виконання дорожніх розміток;

ж) безпечне подолання бордюрів, для цього необхідне улаштування вхідних майданчиків, підйомних пристроїв, розміщення сходів; облаштування пандусних з'їздів на зупинках громадського транспорту.

При реконструкції вулично-дорожньої мережі також необхідно дотримуватися *принципу інформативності* який дозволить своєчасно орієнтуватися в просторі; надасть людині точну ідентифікацію місця знаходження. Цей принцип заснований на скороченні часу і зусилля людини

при пересуванні вулично-шляховою мережею; під час поїздки надає пасажирові безперервну інформацію незалежно від фізичних або інтелектуальних можливостей.

Критерії інформативності містять наступні параметри:

а) улаштування зрозумілої для кожної людини навігаційної системи, а саме: гучномовного зв'язку; облаштування зупинок wi-fi; встановлення програм, які демонструють розклад руху та маршрути транспорту; встановлення інформаційних систем для водіїв та звукових маячків;

б) встановлення інформаційних систем про можливі перешкоди на шляху пасажирів, а саме: дорожніх знаків; освітлення; інформаційних табло; звукового оповіщення; тактильних вказівників;

в) улаштування технічних засобів організації дорожнього руху, а саме: облаштування світлофорного обладнання; напрямних пристроїв; пішохідної та транспортної огорожі; острівців безпеки; засобів примусового зниження швидкості; дорожньої розмітки;

г) розміщення розкладу руху транспортних засобів, а саме: друкованої вивіски розкладу руху; електронних носіїв інформації; пристроїв сурдоперекладу (для людей із порушенням слуху); тактильних табло, що виконані шрифтом Брайля (для людей із порушенням зору).

Також при реконструкції вулично-дорожньої мережі необхідно притримуватися *принципу комфортності* - це створення умов для комфортного пересування містом, таких, як: збільшення асортименту послуг; мінімальні затрати зусиль та часу; можливість відпочинку, а також додаткове обслуговування.

Критерії комфортності включають такі прийоми та параметри:

а) спорудження автопавільйонів для комфортного очікування транспорту;

б) облаштування зон для відпочинку (лави для сидіння);

в) улаштування поверхневого водовідведення: встановлення дощоприймачів; систем заглиблених лотків (водозбірних каналів, жолобів,

покритих захисною решіткою); встановлення пісковловлювачів із захисними решітками;

г) догляд за зовнішнім виглядом зупинок громадського транспорту;

д) дотримання чистоти на території зупинок громадського транспорту; встановлення контейнерів для сміття; туалетів (на кінцевих зупинках громадського транспорту та на автомобільних дорогах); висаджування клумб та невисоких кущів поряд із зупинками громадського транспорту.

При реконструкції слід враховувати і *принцип доступності*, яким гарантується безперешкодне та зручне пересування навколишнім простором; гарантується вільний доступ до обладнання; користування міським і загальним транспортом маломобільними групами населення; гарантується можливість пересування тротуарами і долаття бордюрів (пандусних з'їздів) без сторонньої допомоги; гарантування проходів до різного виду обладнання; наявність зон паркування; засобів долаття пішохідних переходів.

Критерії доступності мають наступні параметри та прийоми, а саме:

а) облаштування доступів до посадкових майданчиків;

б) обов'язкове улаштування пандусів для МГН;

в) улаштування пішохідних переходів поруч із зупинками громадського транспорту;

г) улаштування пандусних з'їздів з тротуару та відповідність ухилів нормативним значенням;

д) улаштування пішохідних шляхів (тротуарів);

е) облаштування тактильною та однорідною поверхонь покриття; встановлення тактильних наземних покажчиків; розміщення тактильних стрічок, які попереджатимуть про місце зупинки маршрутних транспортних засобів.

Мережу міських вулиць і доріг реконструюють та проєктують, використовуючи принцип мультимодальності.

Мультимодальність сприяє комбінуванню різних способів пересуван

ня містом в межах одного переміщення або впродовж дня, в залежності від того, який спосіб є доречний в тому чи іншому випадку, до прикладу, використання мультимодального квитка дозволяє поєднувати трамвай чи тролейбус з електросамокатом чи велосипедом [22].

Мережа міських вулиць і доріг за принципом мультимодальності являється однією із основних елементів планувальної структури міста та має забезпечити:

- найкоротші пасажирські зв'язки між житловими районами (кварталами, масивами) і місцями праці, громадським центром міста, об'єктами культурно-побутового обслуговування, центрами мікрорайонів;

- необхідну пропускну спроможність і надійність функціонування всіх елементів вулично-дорожньої мережі з можливістю швидкого перерозподілу транспортних потоків під час виходу з ладу окремих ділянок мережі;

- необхідні швидкості руху транспорту, що забезпечують нормативні витрати часу на трудові поїздки; (витрати часу на пересування від місць проживання до місць роботи для 90 % трудящих (в один кінець), як правило, не повинні перевищувати: у містах з населенням понад 1 млн осіб – 45 хв, 31 від 500 тис. до 1 млн осіб – 40 хв; від 250 тис. до 500 тис. осіб – 35 хв, до 250 тис. осіб – 30 хв;

- безпеку і зручність руху транспорту і пішоходів;

- зручні зв'язки з мережею позаміських автомобільних доріг і спорудами інших видів транспорту (аеропортами, залізничними станціями, морськими та річними портами);

- можливість раціонального прокладання інженерних комунікацій вулично-дорожньою мережею;

- допустимі рівні шуму та загазованості повітря [22].

### 3.5. Засоби реконструкції вулично-дорожньої мережі

На теперішній час найбільш ефективним засобом реконструкції вулично-дорожньої мережі вважається застосування обертального кругового перехрестя (Рис. 3.14):



Рис.3.14 - Обертальне перехрестя, м. Полтава, центр

Круговим перехрестям вважається таке, до якого при наближенні автомобілі сповільнюються та розпочинають кругове переміщення навколо центрального «острова» у напрямку проти годинникової стрілки магістралями із правостороннім рухом і за годинниковою стрілкою на дорогах із лівостороннім рухом, до виїзду до одного із поворотів (відгалужень) із такого кругового перехрестя.

Кругове перехрестя не являється регульованим, воно не обладнане світлофорами, а тому пріоритетний рух транспорту надається дорожніми знаками, або дорожньою розміткою, а також другими правилами проїзду перехресть.



Рис.3.15 - Обертальне кругове перехрестя

Перше кругове перехрестя було влаштоване у Парижі у 1901 році навколо Тріумфальної арки. Наступне було побудовано у 1904 році у Нью-Йорку, Колумбус-Серклі. У Британії перше кругове перехрестя було побудоване у Letchworth Garden City, яке на початку планувалося як острів для пішоходів.

Широкого застосування кругове перехрестя набуло у середині 1960-х років, у період, коли англійським інженерам вдалося удосконалити систему ведення машинопотоку.



Рис.3.16 - Переваги та недоліки обертальних кругових перехресть

У такого перехрестя є наступні переваги, а саме: наявність схеми руху на круговому перехресті, тому, що окремі автомобілі на анімаційному зображенні з'їжджають з кола неправильно. За відсутності дорожніх знаків і розмітки "напрямок руху по смугах" водії автомобілів мусять з'їжджати із крайнього правого ряду на перехресті до крайнього правого ряду.

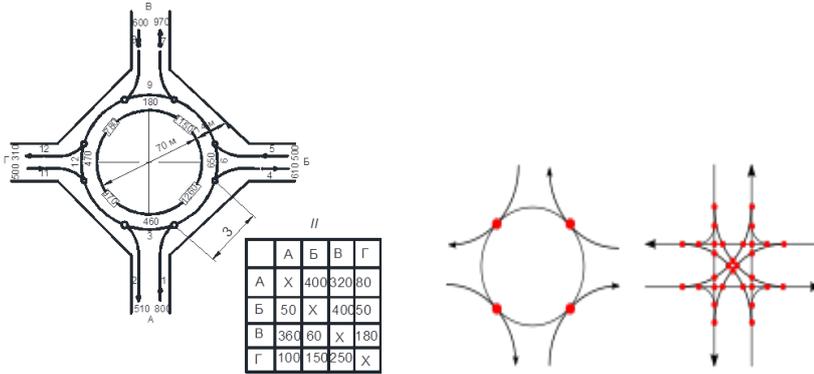


Рис. 3.17 - Схема перетину на коловому перехресті

Імовірність зіткнення автомобілів на круговому перехресті у порівнянні з простим перетином мінімальна, а переваги є наступними:

- підвищується безпека руху, що досягається завдячуючи зменшенню швидкості руху при наближенні до перехрестя. ДТП через зниження швидкості менш тяжкі, але їх кількість трохи більше, порівнюючи із простим перетином;
- показники пропускної здатності (у певних діапазонах) на круговому перехресті вище показників на звичайному перехресті зі світлофорами, тому що відсутня команда «червоний для всіх»;
- термін очікування при порівнянні із перехрестями нижчий, по причині того, що кругове перехрестя немає світлофорів і не потрібне очікування зеленого світла;
- у той самий час, коли сигнальна схема світлофорів у перехресті з більш, ніж 4 гілками є дуже складною, число можливих гілок у кругового перехрестя залежить тільки від його діаметру;

- значно кращим є екобаланс (менший рівень шуму, менша кількість вихлопних газів від машин, що стоять на світлофорах), зменшені витрати на утримання (немає світлофорів). Але є також і кругові перехрестя зі світлофорами, і вони, зазвичай є багатосмуговими.

До недоліків кругових перехресть слід віднести наступні:

- для улаштування кругових перехресть необхідна більша площа, ніж для звичайних. Площину острівка посередині перехрестя неможливо використати для руху автотранспорту. Озеленення, яке розсаджують на території острівка, прикрашає перехрестя, але догляд за зеленими насадженнями веде до додаткових витрат;

- організація потоків руху велосипедистів та пішоходів не є простою, тому, що відсутні світлофори. І саме тому, ці групи учасників дорожнього руху потребують особливої уваги із боку водіїв автомобільного транспорту. Довжина шляху для пішоходів, зазвичай, збільшується;

- у ситуаціях при щільному потоці автомобілів в «годину пік» автомобілі не в змозі в'їхати до кола (пріоритет надано авто, що пересуваються по колу), це призводить до заторів на в'їздах. Але подібні ситуації виникають і на звичайних перехрестях;

- збільшується ризик перекидання автомобільного транспорту із високим центром тяжіння по причині перевищення швидкості.

В країнах Європи йде процес постійного обладнання кругових перехресть, у Дубаях їх чисельність постійно збільшується. Така увага до кругових перехресть обумовлена наступними їх перевагами, а саме:

- показники пропускної здатності не знижуються, а іноді перевищують показники традиційних перехресть;

- збільшується рівень безпеки, знижуються показники кількості ДТП, їх тяжкість;

- врівноважується трафік;

- відбувається щільний рух без світлофорів;

- можливість організації злиття великої кількості шляхів. На традиційних перехрестях зі шляхами більше, ніж 4-х смуг виникають проблеми з організацією сигнальної системи (налаштування світлофорів);

-працює психологічна складова – немає "головного" в русі, - кільце головне, водіям доводиться пригальмовувати, та пропускати транспортні засоби.

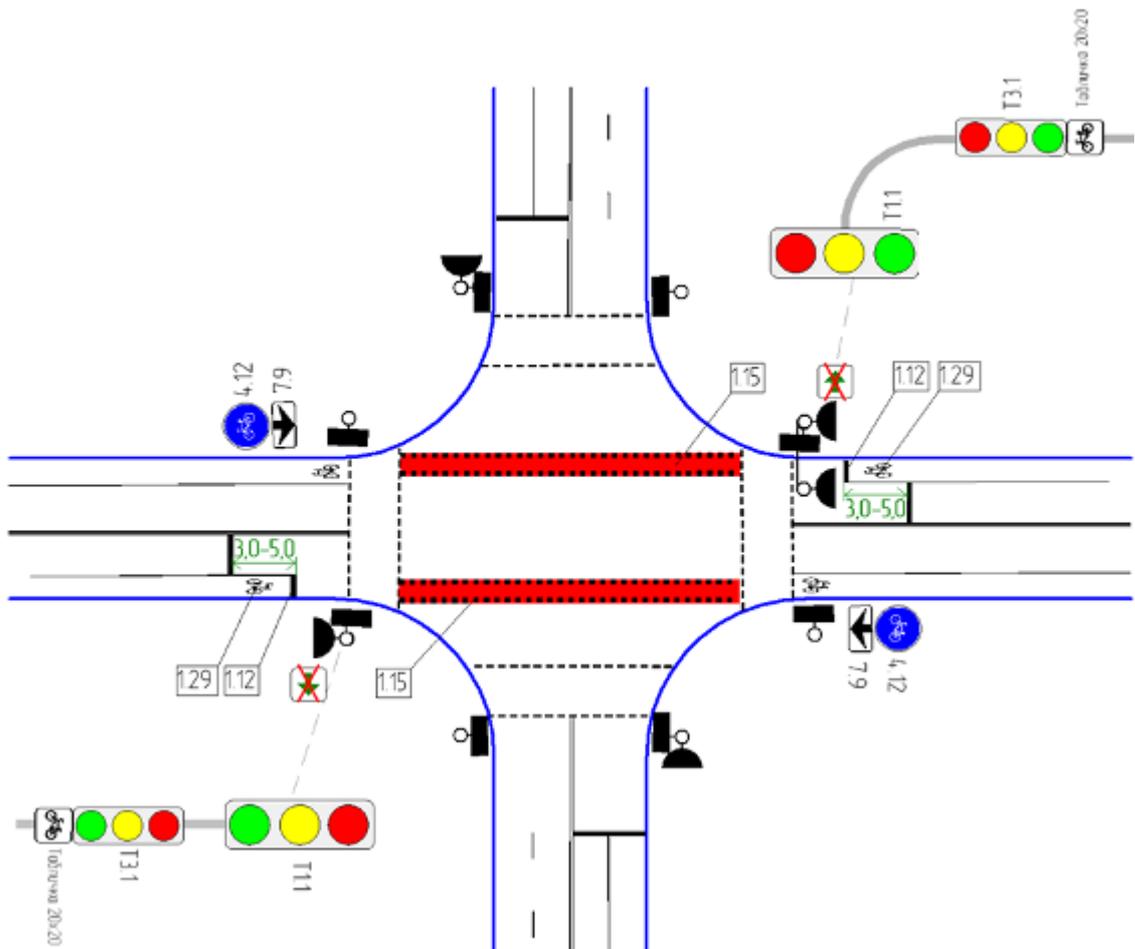


Рис 3.18 - Схема звичайного перехрестя

Наприклад, типове перехрестя (Рис.3.18). Протягом тривалого періоду таке перехрестя добре виконувало свої функції, але обсяг автомобільного руху через це перехрестя постійно збільшувався. У «години пік» загальний потік почав досягати показників до 1200 - 1300 автомобілів на годину з усіх чотирьох напрямів.



Рис. 3.19 - Схема з нанесеним перехрестям

До всього цього, по причині розвитку додаткових функцій в навколишніх будівлях суттєво збільшився обсяг руху пішоходів перехрестям. Загальний обсяг руху пішоходів в «години пік» сягнув 1000 осіб на годину

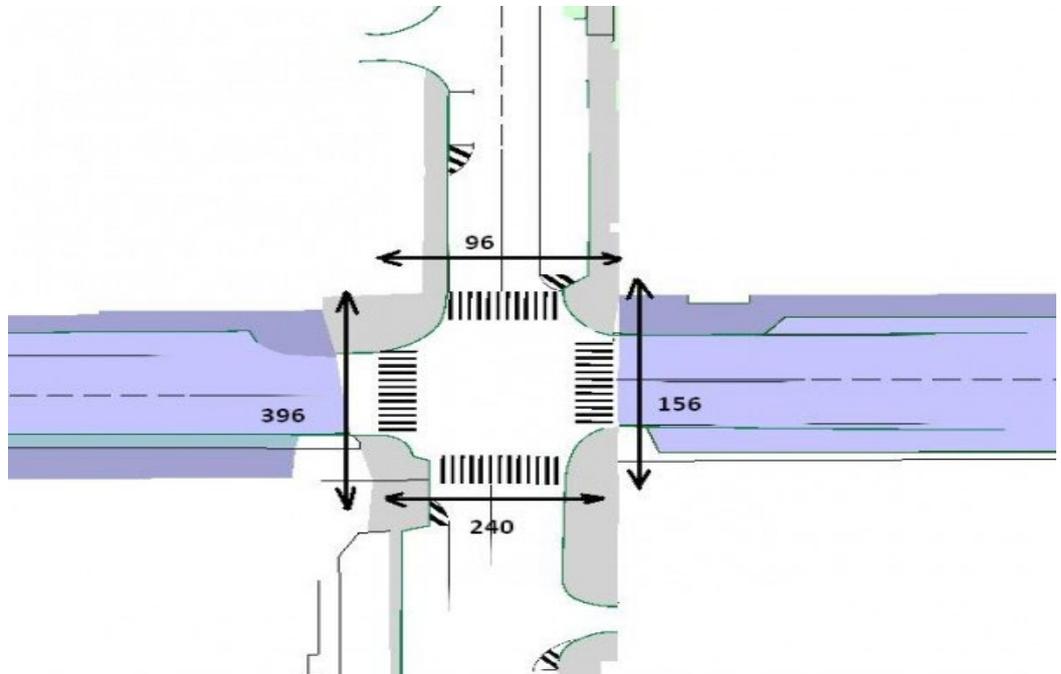


Рис. 3.20 - Схема перехрестя з розмірами

Таким чином з'явилися усі передумови для зміни організації дорожнього руху на цьому перехресті. Насамперед, відбувається реконструкція нерегульованого перехрестя - в регульоване, тобто облаштування такого перехрестя світлофором. Але є і варіант улаштування мінікільця, тобто не переобладнання такого перехрестя до розряду регульованого, а залишити саморегульованим, організувавши по ньому круговий рух.

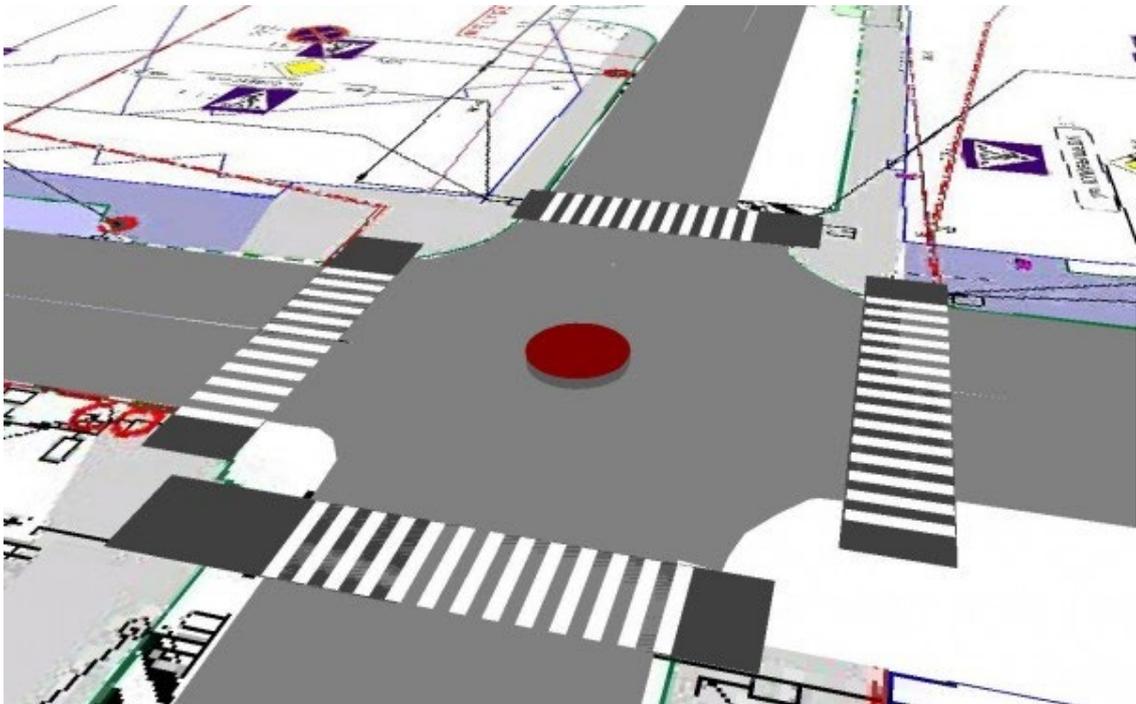


Рис. 3.21 - Схема перехрестя

Слід відзначити, що приймаючи усі рішення при транспортному плануванні та організації дорожнього руху в місті, спираються не на показники по збільшенню пропускної спроможності, не на збільшені показники підвищення швидкості руху, а на загальний час по реалізації транспортної кореспонденції усіх людей, які пересуваються усіма видами транспорту, у тому числі і пішки. Цілком зрозуміло, що цей час має бути мінімальний. У всьому світі одним із відомих інструментів, яким реалізується таке завдання є заходи по заспокоєнню руху. Це було головним мотиватором

вибору даної організації руху. Не витрачаючи коштів на встановлення світлофорного об'єкту, однією лише розміткою та дорожніми знаками планувалося, насамперед, забезпечувати безперешкодний та безпечний перехід пішоходів таким перехрестям. Круговий рух був організований з пріоритетом руху по колу. Водіями гарантовано зменшувалася швидкість автомобілів ще на під'їзді до перехрестя, бо бачили встановлений дорожній знак - «поступися дорогою», внаслідок чого, пішоходи, мали змогу безперешкодно та безпечно переходити проїжджу частину.

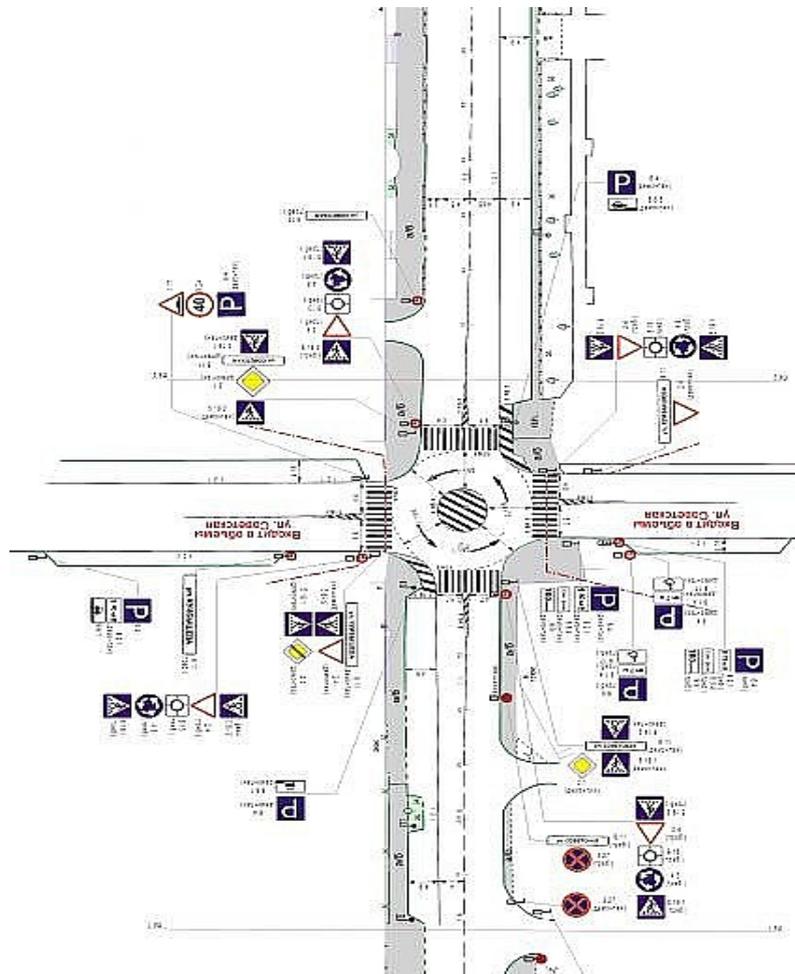


Рис. 3.22 - Схема перехрестя із нанесеною розміткою

У подальшому проводяться розрахунки основних параметрів функціонування усіх проектів моделювання.



Рис. 3.23 - Схема перехрестя без колової розмітки

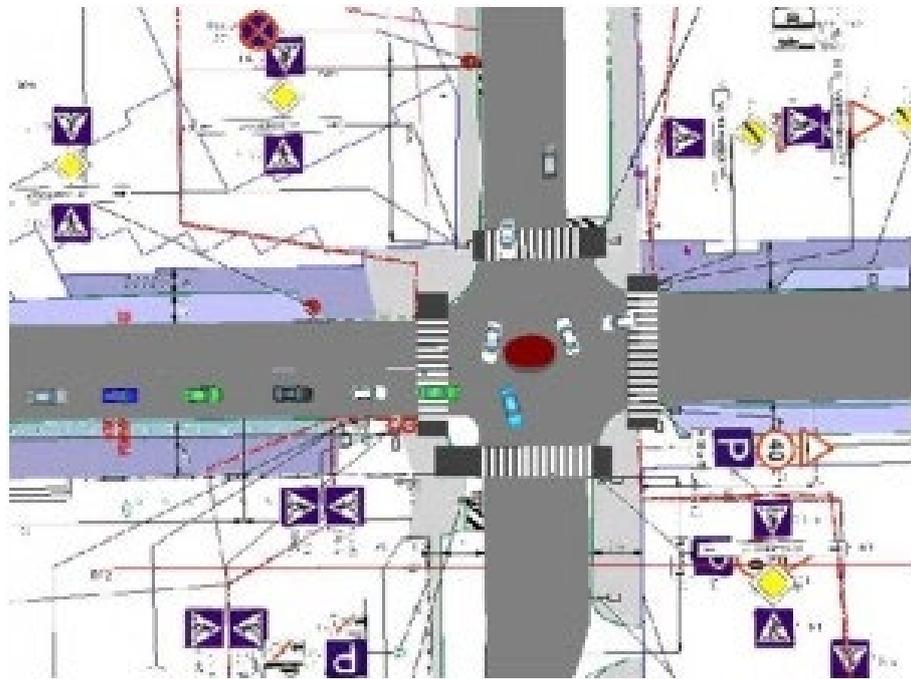


Рис. 3.24 - Схема перехрестя із коловою розміткою

Слід відмітити, моделювання продемонструвало, що проєкт з організацією кругового руху на перехресті має меншу пропускну здатність

транспортних засобів, аніж варіант з організацією світлофорного об'єкту. Але це не являється головним для транспортної системи населеного пункту. Важливим є врахування пішохідного руху, який потребує таких критеріїв, як зручність та безпечність.

### *Використання підземного простору*

Процеси інтенсивної автомобілізації в різних країнах світу, дефіцит вільних від забудови територій стали передумовою для розвитку підземної урбаністики. Вищезгадані причини призвели до необхідності розміщення деяких споруд та обслуговуючих облаштувань нижче рівня землі. (рис.3.25)



Рис.3.25 - Моделі використання підземного простору для різних функціональних потреб (комбіноване використання)

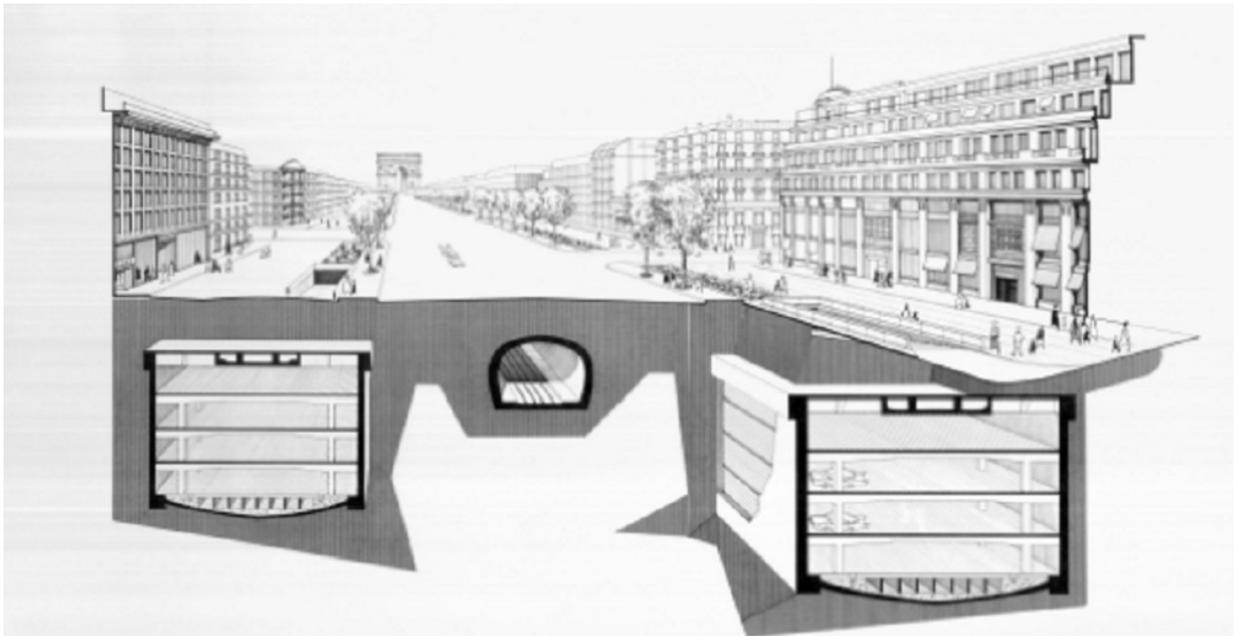


Рис.3.25 - Моделі використання підземного простору для різних функціональних потреб (транспортне використання)

Одним із засновників підземної урбаністики був французький архітектор Едуард Утуджян, який у 30-их роках минулого століття у журналі «Підземний світ» пропонував влаштовувати підземні автомобільні стоянки, паркінги та інші об'єкти. Він створив групу, у яку ввійшли архітектори, інженери, будівельники, геологи, гідротехніки, хіміки, біологи, юристи та інші фахівці із різних країн світу, яка займалася вивченням та координацією підземного містобудування. Ця група створила декілька оригінальних проєктів, наприклад проєкт транспортного тунелю в Альпах, який у 1937 році на міжнародній виставці у Парижі отримав найвищу нагороду. У тому ж році був пройшов I міжнародний конгрес по підземному містобудуванню, у якому приймали участь спеціалісти із 28 країн. У подальшому були проведені конгреси у Роттердамі (1948 р.), Брюсселі (1949 р.), Нью-Йорку (1964 р.). Конгреси проводилися під гаслами «нема урбаністики без підземної урбаністики».

Основні містобудівні та соціально-економічні фактори, які вказують про необхідність освоєння підземних територій у містах є наступними:

- більш раціональне використання міських територій з улаштуванням багаторівневої організації окремих вузлів;

- покращується організація транспортного та пішохідного рухів із перспективою скорочення затрат на транспортне переміщення у подальшому, підвищується рівень безпеки та пересування транспортних потоків;

- забезпечуються умови зберігання історичної та архітектурної спадщини;

- виконується більш раціональне улаштування площ для збереження та технічного обслуговування громадського, спеціального та індивідуального та транспорту;

- вдосконалюється система комунального та культурно-побутового обслуговування жителів населених пунктів та міст при умові компактного розташування окремих елементів поблизу центрів обслуговування.

Для визначення перспектив та умов будівництва підземних споруд необхідно провести широкий комплекс інженерно-геологічних досліджень із систематизацією матеріалів досліджень та розробити нові методики складання гідрогеологічних карт міста із визначеними зонами, які виявляться найбільш сприятливими для підземного будівництва.

Об'єкти, які можна розмістити у підземному просторі визначені відповідно до рекомендацій провідних наукових закладів по містобудуванню. При формуванні переліку об'єктів були враховані психофізичні та санітарно-гігієнічні умови для різної тривалості перебування людей у підземних умовах. Усі споруди згідно вищевказаних ознак розподіляють на три групи:

- Із довготривалим терміном перебування людей;
- Із середнім;
- Із короткостроковим перебуванням людей.

До першої групи належать заклади культурно-побутового обслуговування (ресторани, театри, музеї) із терміном знаходження у них 3-4 год;

До другої входять кінотеатри, кафе, бібліотеки, магазини із терміном перебуванням людей 1-1.5 год;

До третьої групи відносяться споруди транспортної інфраструктури (станції метро, пішохідні тунелі тощо), із короткочасним перебуванням в них людей (декілька хвилин). Експлуатація окремих допоміжних приміщень (технічних, складських та підсобних) здійснюється за відсутності у них людини.

### ***Класифікація підземних споруд***

Спираючись на досвід та знання світової практики була проведена систематизація досвіду по використанню підземного простору зарубіжних країн та здійснена класифікація підземних споруд (табл.3.1).

Зазвичай, спочатку відбувається улаштування під землею інженерно-технічної мережі, далі, нижче, розміщуються підземні споруди, із розподілом по рівнях рухів пішохідних та транспортних потоків для сприяння безпеки руху. Така модель розміщення окреслена нетривалим часом перебування пасажирів, водіїв та пішоходів під землею при улаштуванні там транспортних об'єктів.

Завдяки світовому досвіду щодо створення підземної урбаністики з'явилася можливість для комплексного освоєння підземного простору, яке зможе забезпечити високу ефективність у його використанні та доцільність капіталовкладень. А тому, при облаштуванні підземних пішохідних переходів необхідно розмірковувати над можливістю розміщення під землею різних об'єктів супутнього обслуговування пішоходів (кіоски, автомати, каси тощо), а при улаштуванні транспортних тунелів також встановлювати стоянки, гаражі, станції технічного обслуговування, бази, склади тощо. Для сучасного етапу розвитку підземної урбаністики характерне використання не тільки одного першого поверху підземного рівня, а ще і виконується спорудження різних підземних об'єктів у різних підземних рівнях, при цьому долучаються великі глибини.

На сучасному етапі систематизувався певний принцип зонування підземної території при його багатоярусній експлуатації.

До таблиці 3.1. занесені величини глибинних облаштувань різних підземних споруд.

Глибини облаштування різних підземних об'єктів

Таблиця.3.1.

Назва підземного об'єкту	Глибина облаштування, м
Пішохідні переходи із паралельним облаштуванням обслуговуючих об'єктів – автостоянки, місцеві інженерно-технічні мережі, збірні колектори, підвальні приміщення, тунелі рухомих тротуарів та карверів.	4
Транспортні розв'язки, тунелі метрополітену та транспортні тунелі мілкої закладки, автостоянки, гаражі, магістральні колектори, склади, сховища.	4-10
Тунелі та станції метрополітену, вузли пересадки, магістральні каналізаційні колектори, водостоки, стояночні гаражі	10-25
Транспортні тунелі глибокої закладки, вузли пересадки, стояночні гаражі.	25-40
Тунелі надшвидкісних видів транспорту.	40-60

В залежності від умови розташування підземної споруди їх класифікують за наступними видами:

- підземні споруди, які розміщують під міськими вулицями та дорогами;
- підземні об'єкти, які розташовують під територією незабудованою територією міста;
- споруди, які розміщуються під адміністративними та житловими будівлями.

Можливість використання підземного простору за конкретними містобудівними умовами у більшості випадків пов'язана із призначенням тих, чи інших об'єктів, в залежності від функціонального та композиційного зв'язку з другими об'єктами. Підземні споруди можуть проектуватися як окремі об'єкти, так і у вигляді окремих елементів підземних споруд різноманітного призначення. (Таблиця.3.2).

### Класифікація споруд та об'єктів підземного простору

Таблиця.3.2.

Клас підземних споруд та об'єктів	Споруди та об'єкти підземного простору
Інженерно-транспортні об'єкти	Пішохідні тунелі, автотранспортні тунелі, споруди метрополітену, швидкістний трамвай, ділянки міських залізниць, автостоянки, рухомі тротуари, окремі приміщення та облаштування станцій.
Підприємства торгівлі та громадського харчування	Торгівельні зали та підсобні приміщення, ресторани, бари, бістро, торгівельні кіоски, магазини, ринки.
Культурно-побутові та спортивні споруди.	Кінотеатри, виставкові та танцювальні зали, більярдні, окремі приміщення театрів, конференцзали, книгосховища, архіви, тири, ігрові зали, аттракціони, плавальні басейни.
Об'єкти комунально-побутового обслуговування	Приймальні пункти ательє, майстерні побутового обслуговування, перукарні, пральні, ощадкаси, автоматичні телефонні станції.

Складські об'єкти та споруди	Продовольчі та промтоварні склади, овочесховища, холодильники, склади паливо-мастильних матеріалів.
Споруди та облаштування промислово-енергетичного призначення.	Окремі лабораторії та цехи, тепло-гідроелектростанції, промислові котельні, склади, сховища.
Мережі інженерно-технічного облаштування	Трубопроводи водоспоживання, каналізації, газопостачання, водостоки, кабельне господарство, збірні колектори підземних мереж, вентиляційні та калориферні камери, бойлерні.

Підземна урбаністика надає актуальності з вирішення задач у зоні загальноміського центру для розміщення підземних автостоянок та гаражів. За останніми даними місткість автомобільних стоянок та гаражів не відповідає сучасним вимогам при стрімкому рості автомобілізації.

Організація транспортного руху населеного пункту також має тісний зв'язок із вирішенням проблем зі зниженням рівня транспортного шуму, який безперервно зростає зі зростом автомобілізації. Дія міського шуму шкодить жителям, призводить до підвищення стомленості. Великої шкоди також зазнають жителі і від вихлопних газів автомобілів. Транспортні проблеми населених міст України ще не досягли такого рівня гостроти, як у містах Західної Європи та США, але схожі тенденції вже більше проявляються і в Україні. У зв'язку з цим, перехід до більш широкого застосування нових прийомів просторової організації забудови з комплексним та активним використанням підземного будівництва є актуальним.

За останніми дослідженнями прогнозами спеціалістів-містобудівників, у найближчі 20-30 років розвинуті країни світу будуть мати в підземних спорудах близько 70% усіх гаражів, 80% складських приміщень, 30% закладів

культурно-побутового призначення, 40% підприємств промисловості, 50% комунальних підприємств та 30% адміністративних установ.

Зростає частка підземної урбаністики і у секторі транспортних систем. За підрахунками економістів, будівництво тунелів виходить дешевше, аніж спорудження автодорожніх розв'язок. Окрім цього, наземні споруди потребують відведення дефіцитної міської території, їх будівництво призводить до зміни ландшафту та у подальшій експлуатації створює підвищений рівень шуму та забруднення повітря.

Виявилося, що із природоохоронної точки зору у тунелів кращі показники, а саме: завдяки сучасним пристроям підземної вентиляції, які працюють по замкнутому циклу, повітря тунелів очищується та тим самим затримується частина вихлопних газів автомобільних двигунів, що потрапляє в атмосферу.

Саме тому, в країнах за кордоном усе частіше будують нові багаторівневі транспортні розв'язки по периметру міст, а ближче до центру ведуть спорудження тунелів.

Освоєння підземного простору для міської інфраструктури із часом стане не тільки більш ефективним, але й єдино можливим варіантом збереження вигляду історичної забудови або архітектурної пам'ятки.

Крім традиційного розміщення у підземному просторі мережі інженерного устаткування нижні рівні тепер активно розбудовують під транспортні споруди. Ця необхідність викликана наступними обставинами:

- необхідність розділення рівнів пересічних транспортних і пішохідних потоків для забезпечення безпеки руху;

- потреба в автостоянках, що постійно зростають зі збільшенням рівня автомобілізації;

- вимоги зниження забруднення повітря у містах та населених пунктах;

- короткочасність перебування пасажирів, водіїв і пішоходів під землею при розміщенні там транспортних споруд.

Досвід в сфері підземної урбаністики доводить, що необхідне комплексне освоєння підземного простору, яке забезпечить найбільшу ефективність при його експлуатації. Тобто, при будівництві підземного пішохідного переходу необхідно споруджувати під землею різні об'єкти попутного обслуговування пішоходів (кіосків, кас тощо), а при спорудженні транспортного тунелю потрібно поруч спорудити підземні автостоянки, гаражі, станції технічного обслуговування автомобілів, бази та склади тощо.

Практика спорудження підземних гаражів одержала найбільшого розвитку у Франції. Ще у 50-их роках минулого сторіччя був затверджений план по будівництву серії підземних гаражів у Парижі. Спеціальна комісія по координації міського підземного будівництва розробила схему спорудження 41 підземного гаража I-ої черги будівництва, місткість яких становила 60 тисяч машин. Місця під їх спорудження були запроєктовані парками та скверами. Одночасно із цим будівництвом, у місті Альбертін у Брюсселі завершувалося спорудження підземного гаражу на 1000 автомобілів. Розміри автомобільної стоянки у плані становили  $91 \times 98 \text{ м}^2$ , загальною площею із трьох 32 тис.  $\text{м}^2$ . Стоянку побудували під незабудованою територією. У Цюриху, Швейцарія, була збудована автомобільна стоянка на 500 автомашин під річкою. Під площею Макса Йосифа, що у Мюнхені, будівництво підземної автостоянки дало можливість повністю розвантажити цю площу від автомашин, що у свою чергу, дало можливість відновити її історико-архітектурний ансамбль.

У Базелі група спеціалістів детально розробила проєкт підземних споруд, який був безпосередньо прив'язаним до транспортної системи міста, і у його було розміщення системи поздовжніх та поперечних тунелів, із розгалуженням у центральному районі міста, усі споруди мають довжину 2.5 км, де може бути розміщено 2800 автомашин [26].

Наприклад, подібне рішення було використане при спорудженні гаражу у Штутгарті, який розрахований на 600 машино-місць та має у своєму складі два наземних і два підземних яруси для збереження машин, із яких найбільш

доступним для відвідувачів є I-ий поверх, що експлуатується тільки для обслуговування клієнтів; на виїзді облаштовано 16 бензоналивних колонок [26].

Окремо розміщуються підсобні приміщення, пости технічного обслуговування автомашин та мийка. Для клієнтів і обслуговуючого персоналу передбачені три сходові прольоти та два ліфти, які мають сполучення із підземним переходом вулиці.

При узагальненні накопиченого досвіду спорудження підземних гаражів та автомобільних стоянок можна помітити, що максимальна їх місткість складає 1200-2000 автомашин, а кількість ярусів досягає 6-8 [26]. За наявності місцевих умов, в окремих випадках в'їзди до підземних гаражів можуть бути облаштовані не тільки із поверхні землі, але і знизу, безпосередньо із ділянок підземних магістралей.

Слід відмітити, що вартість будівництва підземних гаражів досить висока і у 1,5 – 1,7 рази перевищує вартість спорудження наземних багатоярусних гаражів із рампами [26] .

Комплекс підземних споруд на Хауптвахе Франкфурт-на-Майні ФРН представлений на рис 3.26.

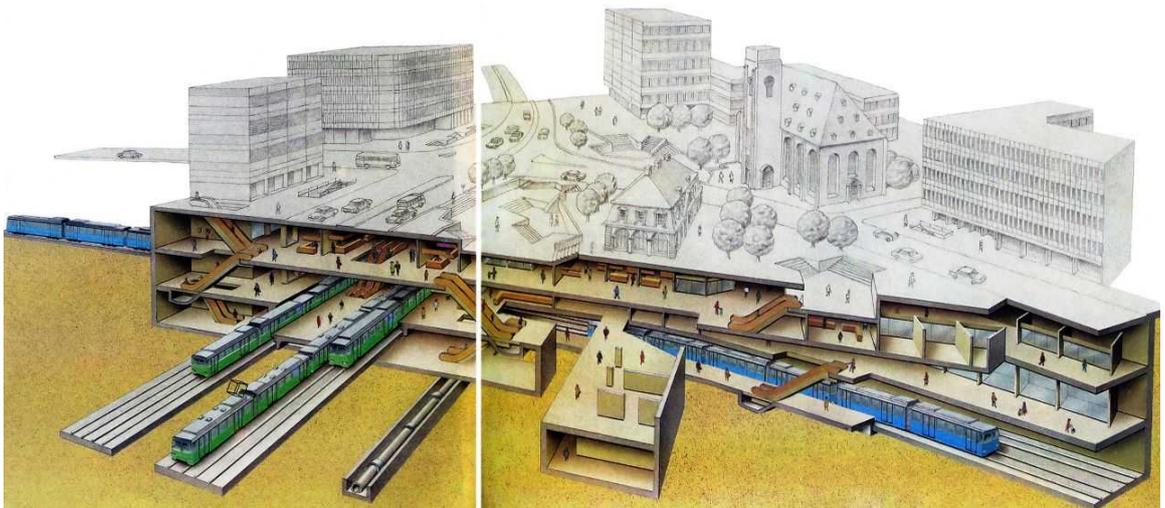


Рис. 3.26 - Комплекс підземних споруд на Хауптвахе Франкфурт-на-Майні ФРН

Практика комплексного освоєння і використання підземної території, продемонструвала, що підземне будівництво позитивно впливає на міське середовище, призводить до раціонального використання території, надає стимул до подальшого розвитку транспортних та інженерних систем, житлової та нежитлової забудови та інших елементів сучасного міського господарства.

Комплексне освоєння та використання підземного простору, - це розміщення під землею груп об'єктів і споруд, які повинні вирішити проблеми транспортних потоків, із облаштування інженерних комунікацій, проблем із тимчасовим та постійним зберіганням автомобільного транспорту тощо. Концепція комплексного освоєння підземного простору – це створення єдиної просторової системи, що сполучає надземні, наземні та підземні об'єкти, яка дозволяє більш раціонально використовувати територію міста, має за мету улаштування різноманітних функціональних зон, дозволяє найбільш оптимально організувати транспортну систему міста, яка сполучає ці функціональні зони. Такі рішення призводять до поліпшення умов проживання та переміщення людей завдяки системі роз'єднання транспортних та пішохідних потоків, ізолюючи таким чином пішоходів від забрудненого повітря та шуму. Використовуючи для будівництва підземний простір з'являється можливість сконцентрувати об'єкти обслуговування населення у таких місцях, де кількість ділянок для спорудження нових наземних комплексів є обмеженою і у тих місцях, де є вимога зведення до мінімуму усі переходи, призвести заміну протяжних горизонтальних зв'язків на більш короткі вертикальні.

Використання підземного простору дозволяє розмістити не тільки транспортну систему, а і допоміжні приміщення, склади, частини промислових і обслуговуючих підприємств. Насамперед, основою підземної інфраструктури сучасного міста стає транспортна мережа, система ліній метрополітену, що має сполучення з усіма районами міста, зупинками усіх видів міського та приміського наземного транспорту, зонами відпочинку та будівлями культурно-побутового обслуговування жителів.

Гарним прикладом комплексного використання підземного простору являється торговельний центр «Київ» міста Полтави, а також житлові будинки із підземним паркінгом, що розташовані в центральній частині міста (Рис.3.27).

Система комплексного використання підземних територій торговельного центра «Київ» міста Полтави має: тунелі для обслуговуючого ТРЦ вантажного транспорту, склади, холодильники, кухні, заготівельні приміщення, гаражі, обладнана системами водопостачання, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, централізованого пиловидалення.

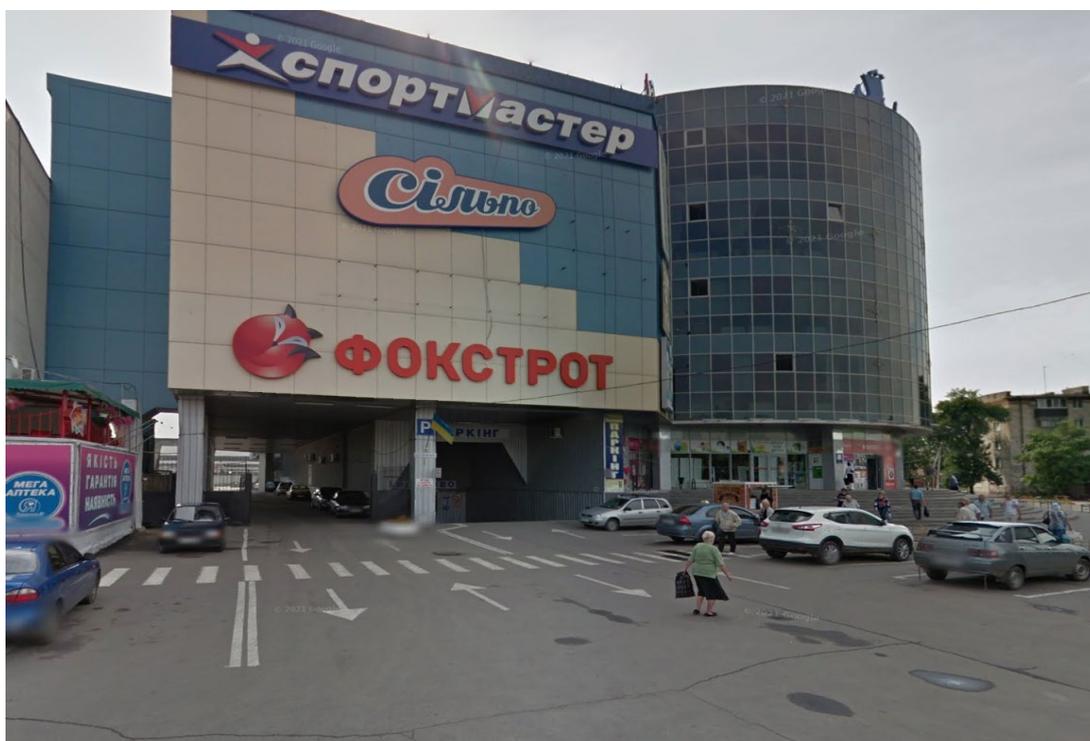


Рис. 3.27 - Торговельний центр «Київ» із підземним паркінгом, місто Полтава

Підземні комплекси збудовані також під багатьма торговельними центрами у місті Києві. На сьогоднішній час є розроблена концепція реконструкції та освоєння підземного простору у різних частинах міста. Згідно із нею та у контексті загальної містобудівної задачі запропоновано спорудження багатофункціонального підземного комплексу із внутрішньої сторони стіни, яка включає 4-5-ти ярусні підземні автомобільні стоянки, що мають над ними проїзні дороги із шести смуг. Проектом передбачено зняття

культурного шару до історичної поверхні уздовж стіни та по усьому її фронту, облаштування підземної галереї зі світлопрозорим покриттям, яке сполучить вестибюлі станцій метро. Між автостоянками та галереєю планується будівництво торговельного комплексу. Таку ж підземну галерею шириною у 4-5 м планується облаштувати із внутрішньої сторони стіни до вже існуючого тротуару. Сучасні вітчизняні та зарубіжні архітектори розробили концепцію вертикальних міст майбутнього як нових, екологічно сприятливих систем. Відповідно до даних НДПІ Генплану у місті під землею має бути розміщено до 70% від загальної кількості автостоянок та гаражів, до 60% від обсягу складських приміщень, до 50% сховищ та архівів, до 30% загального числа установ культурно-побутового обслуговування, до 3% приміщень науково-дослідних інститутів та навчальних закладів [22].

При реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів також можна здійснити оптимізацію паркування автотранспорту, як громадського так і приватного. Паркування автомобілів може бути тимчасовим (у середньому до 1 години) або постійним.

З метою постійного зберігання прийнятним є використання автоматизованих паркінгів, яке дозволяє економити цінну міську землю. Для розвантаження вулиць міста потрібно прибрати автомобілі, що розміщуються на узбіччях вулиць та прийняти замість них автоматичне автомобільне паркування.

До створення автоматизованих систем паркінгу, що забезпечують ефективне використання простору для зберігання транспортних засобів на високотехнологічному рівні привів брак територій для автостоянок.

Приклад автоматизованого паркінгу представлений на рис.3.28.

Таке автоматизоване паркування автомобільного транспорту має переваги у порівнянні із звичайною автостоянкою, тому, що дозволяє зекономити до 90% площі території; може бути встановлене в тих районах, де відсутня можливість у спорудженні гаражів у середині будівель; збільшує показники ефективного місця за рахунок ліфтів, пандусів, сходів; знизити

витрати на вентиляцію, освітлення, витрати з утримання обслуговуючого персоналу; відбувається покращення у зберіганні автомобілів завдяки системам відеоспостереження (відсутність подряпин, вм'ятин на машинах, крадіжок особистих речей).



Рис. 3.28 - Автоматизований паркінг

Самі перші автоматизовані парковки були побудовані у 1905 році, у Франції, вони представляли собою високі бетонні конструкції, які були обладнані внутрішнім підйомником для переміщення машин до верхніх рівнів. Ці конструкції слугують початком для тих систем автоматизованого паркінгу, які зараз мають багато країн у світі. У США розробки по роботизованому паркінгу датуються у 1940-1950-ті роки, а у Європі - 60-80-ті. У той час спорудження таких майданчиків було дуже повільним у зв'язку із великими грошовими затратами.

Починаючи із 1990-х років у більшості країн Європи, та Азії щорічно обладнувалося до 40 тисяч місць для паркування, які характеризувалися технологіями автоматизації підйому машин до потрібних платформ. Схема автоматизованого паркінгу представлена на рис. 3.29

Зараз автоматичні системи паркінгу представляють собою цілі комплекси із багаторівневим паркуванням, які розміщуються у житлових забудовах та ділових центрах міст.



Рис 3.29 - Схема автоматизованого паркінгу

Водій, який бажає скористатися послугами автоматизованого паркінгу, необхідно тільки заїхати в гараж будівлі і зупинитися, усе інше зробить за нього автоматика. Водій, покидаючи будівлю, підтверджує бажання залишити машину на парковці на блоці управління системи паркінгу, йому буде видана картка із секретним кодом або ключ, який являється ідентифікатором машини, а також її місця на парковці.

Виконуючи заходи по реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів також можна встановити зелену хвилю, яка є автоматичною системою світлофорного регулювання, якою гарантується безпечний рух транспортних засобів на міських магістралях.

Запровадження такого координованого регулювання по системі «зелена хвиля» додає цілу низку переваг у порівнянні з індивідуальним регулюванням на кожному перехресті, а саме: скорочується час зупинок транспорту у перехрестях, підвищуються показники швидкості руху транспорту магістралями, зменшується кількість дорожньо-транспортних пригод (Рис 3.30)

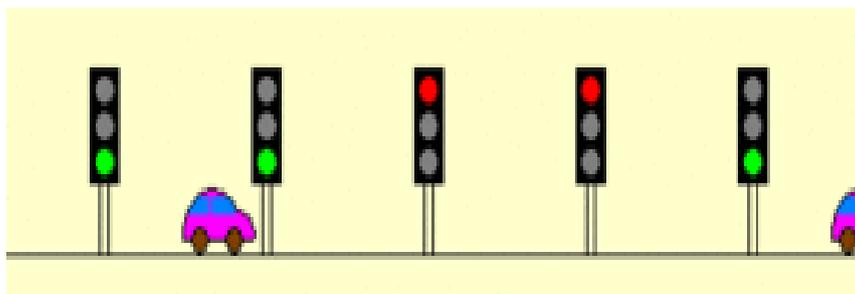


Рис 3.30 - Схема руху по зеленій хвилі

Обчислення «зеленої хвилі» відбувається на певну середню швидкість; між світлофорами встановлюється зв'язок, який передає сигнал щодо включення зеленого сигналу до моменту підходу компактних груп транспорту. На усіх перехрестях дороги, що скоординовані по принципу «зелена хвиля», задається один цикл, здебільшого, у діапазоні 45-80 секунд. Зеленим сигналом світлофору у напрямку координуються магістралі на різних перехрестях, який подає сигнал не одночасно, а із заздалегідь визначеним зрушенням, що дозволяє застосовувати зелену хвилю на будь-якій відстані поміж перехрестями.

У ЦОДД розроблена автоматична система «Зелена хвиля», якою забезпечується безперервний рух транспорту від одного світлофору до іншого. Принцип роботи автоматичної системи світлофорного регулювання полягає у тому, що програмуються послідовно розташовані світлофори, що зменшує час очікування зеленого сигналу. Система розрахована на пересування містом із середньою швидкістю 40-50 км/год. Така швидкість надає водієві гарантії проїзду всією вулицею без зайвих зупинок від перехрестя до перехрестя завдяки узгодженому переключенню сигналів світлофорів.

"Зелена хвиля" спрацьовує при русі транспортних засобів на певній швидкості, яка зазвичай є рекомендованою на даній ділянці дороги.

### **3.6. Висновки по розділу 3**

У цьому розділі було надане визначення поняття «Універсального дизайну» для вулично-дорожньої мережі, проаналізовані його основні принципи, такі, як: рівність та доступність використання; гнучкість при користуванні; простота й інтуїтивність при втіленні в життя; доступність викладеної інформації; терпимість до помилок; невеликі фізичні зусилля; наявність необхідного простору, місця, розміру.

У розділі надані приклади по практичному втіленню принципів універсального дизайну для вулично-дорожнього простору.

На підставі проаналізованих досліджень були сформульовані головні принципи і прийоми реконструкції вулично-дорожньої мережі, вони є: планувальними; -організаційними;-експлуатаційними; екологічними.

Визначені принципи у свою чергу поділяються на прийоми та засоби реконструкції вулично-дорожньої мережі.

Були детально досліджені критерії принципів реконструкції вулично-дорожньої мережі, а саме критерії принципу безпеки, критерії принципу інформативності, критерії принципу комфортності та критерії принципу доступності.

У розділі було надане визначення принципу мультимодальності та проаналізовані шляхи його практичного застосування.

Також у розділі представлена інформація щодо засобів реконструкції вулично-дорожньої мережі, надані фотографії прикладів реконструкції перехрестя, представлений зарубіжний досвід щодо реконструкції, представлені переваги та недоліки різних засобів при реконструкції для порівняння, надані схеми різних видів перехресть.

У розділі розглядаються усі можливі варіанти використання підземного простору як засобу реконструкції, представлений зарубіжний досвід та надані фотографії моделей використання підземного простору, представлена класифікація підземних споруд та об'єктів підземного простору.

## **Розділ 4. ПРОПОЗИЦІЇ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ**

### **4.1. Тенденції в зміні до принципів проєктування вулично-дорожнього середовища після 2020 року**

Тенденції змін щодо принципів проєктування вулично-дорожньої мережі варто розпочати на прикладі Сполучених Штатів Америки.

Особливості змін у США полягають у тому, що при проєктуванні та реконструкції населених пунктів створюються засоби, які забезпечують перевагу пішохідному руху та створюють умови самостійного та вільного переміщення пішоходів не тільки містом, а і поза ним. На вулицях багато літніх людей, які користуються громадським транспортом та пересуваються вулицями, не створюючи незручностей для інших пішоходів [22]. Згідно із законами та нормативно-рекомендаційними документами різних штатів усі тротуари у місцях перехресть вулиць мають плавне зниження до рівня бруківки, яке дозволяє МГН комфортно пересуватися населеним пунктом.

Що стосується будівництва та особливостей реконструкції вулично-дорожньої мережі в країнах Європи, то там відбувається активна діяльність, направлена на адаптування маломобільних груп населення, які мають різні нозології інвалідності до соціальної інфраструктури. Тобто, люди, які мають фізичні порушення зрівнюються із правами зі здоровими членами суспільства і не відчують дискомфорту при спілкуванні, навчанні, працевлаштуванні або пересуванні населеним пунктом. Розробляється та впроваджується низка засобів, які дозволяють створити безбар'єрний, зручний спосіб пересування територією населеного пункту.

Конвенцією ООН «Про права інвалідів», планом дій Ради Європи по відношенню до людей з обмеженими фізичними можливостями на 2006–2020 роки поставлені проблеми людей з інвалідністю як пріоритетні на світовому рівні. Україна, що ратифікувала Конвенцію 16 грудня 2009 року наряду із іншими державами прийняла на себе обов'язки по вирішенню проблем людей з інвалідністю. В Декларації Тисячоліття ООН містяться основні цілі та

завдання розвитку, відомі, як «Цілі Розвитку Тисячоліття», наголошується аби проблеми людей з обмеженими можливостями були детально розглянуті та вирішені на національному та міжнародному рівнях.

Цікавими є принципи освоєння територій у Арабських Еміратах, в яких головним видом транспорту є автомобіль. Значну частину території держави займають пустельні райони Аравії. Рельєф тут є доволі монотонним і лише на сході в районі гір Хаджар становить 1200 метрів над рівнем моря. Але територією ОАЕ відмінно розвинена мережа доріг, переважна більшість з яких заасфальтована. Завдяки високим доходам від продажу нафти ОАЕ має розвинену транспортну мережу. В ОАЕ відсутня залізниця, внутрішні перевезення забезпечені автомобільним транспортом. Всі емірати пов'язані між собою магістралями, які мають чотири смуги руху. Головна магістраль проходить від Еш-Шам через усі головні прибережні міста до Катару і Саудівської Аравії. Ідеально прямі вулиці міста утворюють план-сітку з шістьма основними магістралями, загальна протяжність автомобільних доріг складає 4 691 км [26].

Об'єднані Арабські Емірати не мають громадського транспорту, жителі пересуваються містом на таксі, метро, а між містами та державами здійснюють перельоти на літаках і вертольотах. Країна має розвинену транзитну транспортну інфраструктуру, а саме: шість міжнародних аеропортів, найбільші з них, Абу-Дабі і Дубаї, мають пропускну здатність шість мільйонів пасажирів на рік.

#### **4.2. Особливості реконструкції вулиць в затиснених умовах**

Під реконструкцією вулиць та доріг передбачається їх докорінна перебудова із суттєвим покращенням умов руху. Реконструкція проводиться при різкому збільшенні інтенсивності руху, якщо параметри старої вулиці не відповідають сучасним вимогам для пішоходів та міського транспорту. При реконструкції вулиць та доріг з метою поліпшення умов руху сучасною

світовою спільнотою спеціалістів рекомендується виконувати наступні дії, а саме:

- проводити виправлення плану і профілю;
- здійснювати розширення проїзної частини і тротуарів, спираючись на розрахункову інтенсивність руху транспортних засобів та пішоходів на вулиці;
- збільшувати радіус кривих, віражив, розширень;
- проводити роботи по пом'якшенню поздовжнього профілю за рахунок зменшення поздовжніх ухилів і вписування вертикальних кривих, пом'якшувати круті підйоми та спуски;
- забезпечувати видимість;
- поліпшувати перехрещення з іншими вулицями і дорогами, залізницями, водостоками;
- здійснити перебудування земляного полотна та дорожнього одягу проїзної частини і тротуарів у зв'язку зі збільшенням транспортного навантаження;
- проводити перебудову підземної мережі під вулицею;
- здійснити інженерне обладнання вулиці, встановити дорожні знаки та нанести дорожню розмітку;
- виконати захисне та декоративне озеленення, а також провести архітектурне оформлення вулиць і доріг.

При реконструкції ділянок вулиці, що має історичну та/або існуючу забудову кількість смуг руху на магістральних вулицях з регульованим рухом дозволяється зменшувати до двох. При потребі в обслуговуванні прилеглої території на магістральних вулицях потрібно улаштувати бічні проїзди з одностороннім рухом. В стислих умовах при реконструкції бічні проїзди дозволено не облаштовувати. Дозволяється облаштування проїзної частини у різних рівнях, використовуючи естакади і тунелі, а на схилах і набережних – консольні конструкції при вимогах забезпечити транспортне обслуговування прилеглих територій.

При реконструкції на ділянці вулиці з історичною та/або існуючою забудовою дозволено облаштовувати смуги руху для маршрутних транспортних засобів, якщо є дві смуги руху за одним напрямком.

В умовах реконструкції дозволено зменшення ширини смуги безпеки, але не менше, аніж до двох висот бордюру. На транспортних розв'язках радіуси закруглень проїзних частин вулиць і доріг їх бордюром, що улаштовується заввишки не менше ніж 15 см над покриттям проїзної частини, та розділових смуг на магістральних вулицях та дорогах, а також дорогах у науково-виробничих, промислових і комунально- складських зонах слід приймати не менше ніж 12 м; на площах – не менше ніж 15 м [13].

Під час реконструкції у стислих умовах дозволяється зменшення зазначених радіусів відповідно від 6 м до 10 м. На других вулицях і дорогах радіуси заокруглень повинні бути не менше, аніж 6 м.

Пішохідні доріжки та тротуари проєктуються односхилими з ухилом 20 % у бік проїзної частини, в обмежених умовах при реконструкції – до 25 % і розміщуються в одному рівні із бордюром, який буде відділяти прилеглі до шляхів пішохідного руху смуги озеленення, та на 15 см вище проїзної частини (за винятком ділянок із пилкоподібним поздовжнім профілем).

В умовах реконструкції дозволені облаштування правоповоротних примикань вулиць і доріг місцевого значення прямо до основної проїзної частини вулиці або дороги безперервного руху, що не мали бічного проїзду. Відстань між такими примиканнями повинна бути не менше ніж 300 м з обов'язковим улаштуванням перехідно-швидкісних смуг[13]. На усіх перехрещеннях поворотні з'їзди повинні бути облаштовані за умови перевищення 10 % розмірів поворотних потоків від прямого руху. При поворотних потоках менших, аніж 10 %, а також в затиснених умовах реконструкції з'їзди дозволяється не улаштовувати, створюючи повороти на найближчих перехрещеннях.

При поворотному русі, більшому, аніж 30 % від прямих потоків за нового будівництва, його необхідно проєктувати окремо від інших напрямків, а в

період реконструкції – за нагоди. При реконструкції ширину велосипедних смуг та доріжок на транспортних спорудах можна зменшувати до одного метра при односторонній смузі та двох метрів – при двосторонній. В період капітального ремонту або реконструкції вулиці або дороги проводяться заходи щодо підсилення існуючого дорожнього одягу або його розширення. Також, при наявності велосипедних смуг або спільного руху велосипедів та транспорту – обов’язково встановлюють дощоприймальні колодязі, які вмонтовуються у бордюри.

В обмежених умовах і під час реконструкції, а також у разі використання опор для підвищення контактної мережі на магістральних вулицях і дорогах безперервного та регульованого руху допускається зменшення зазначеної відстані до 0,75 м з підвищенням висоти бордюру до 20 см, а на вулицях (дорогах) місцевого значення – до 0,5 м за умови відсутності на них автобусного чи тролейбусного руху, а також руху вантажних автомобілів [13].

### **4.3. Засоби заспокоєння дорожнього руху**

При проектуванні та реконструкції вулиць і доріг використовуються засоби заспокоєння руху, яке являється не як примусом до руху з низькою швидкістю, а використовується в основному з метою дотримання рівномірності транспортних потоків аби підвищити безпеку руху та пропускну здатність дороги та вулиці. Засіб заспокоєння руху є конструктивним елементом дороги (вулиці) або технічним засобом регулювання, що призначається для зменшення швидкості автотранспорту та збільшення уважності учасників дорожнього руху (Таблиця.4.1.)

## Класифікація засобів заспокоєння руху

Таблиця.4.1.

Група	Основний принцип дії	ЗЗР
горизонтальні	зміна траєкторії руху	шикани
		бічні зсуви
		кільцеві розв'язки
		бордюрне розширення
вертикальні	перешкода на проїзній частині	перекривання перехрестя
		штучні нерівності
	зміна шорсткості покриття	піднесені пішохідні переходи
		піднесені перехрестя
поперечні	зміна ефективної ширини проїзної частини	текстуровані покриття
		шумові смуги
		напрямні острівці
	зміна динамічного коридору	розділювальні острівці
		звуження проїзної частини
		чокери
	шлюзи	
	звуження смуги руху розміткою	

Також експертами із транспортної інфраструктури розроблені спеціальні прийоми, що мають назву «дорожньої дієти».

Поняття “Дієта для доріг“ з’явився у 90-ті роки ХХ століття, на практиці він має приблизно до 40 видів застосування. Найпоширеніший вид «дієти для доріг» - це перетворення чотирьох смуг дороги у дві, третя смуга дороги залишається для поворотів, а з того, що залишилося, влаштовуються велосипедні доріжки. Цей перерозподіл відбувається з ціллю оптимального використання дорожнього простору та дозволяє створювати захист для пішоходів та велосипедистів. Водіям після такого розподілу доводиться менше змінювати смуги руху, а для здійснення поворотів ліворуч є окрема кишеня, другі водії не будуть нікого підганяти. Водіями після перерозподілу використовується лише одна смуга для кожного напрямку, але її використання є повноцінним. Швидкісний режим встановлюється розсудливими водіями, це значно зменшує ризик дорожньо-транспортних пригод.

Також облаштовуються паркувальні кишені, розширюючи вулиці та тротуари в деяких місцях, замість частини крайніх смуг дороги. Номінально

дорогу позбавляють двох смуг, але в реальності кількість смуг для руху збільшується. При цьому метою є не тільки оптимальна організація дорожнього руху та облаштування паркувальних місць, але і розширення тротуарів. Такі прийоми використовують за кордоном уже досить давно, вони входять до списку засобів із «заспокоєння трафіку» та «дорожньої дієти» та сприяють більш ефективному використанню ширини дороги, та і загалом, міської території.

#### **4.4. Пропозиції з реконструкції найбільш завантажених та аварійно-небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі міста Полтави.**

На основі досліджених загальних прийомів, пропонуються варіанти реконструкції найбільш завантажених та аварійно-небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі міста Полтави.

Наприклад, на перехресті вулиці Європейській та вулиці Кагамлика (Рис.4.1) доцільніше влаштувати компактну розв'язку з коловим рухом:



Рис. 4.1 - Перехрестя на вулиці Європейська та вулиці Кагамлика, м. Полтава

На перехресті вулиці Сінної та вулиці Соборності з метою покращення пропускної здатності дороги та безперервного перетину проїзної частини вулиці необхідне облаштування перехрестя із коловим рухом (Рис.4.2).

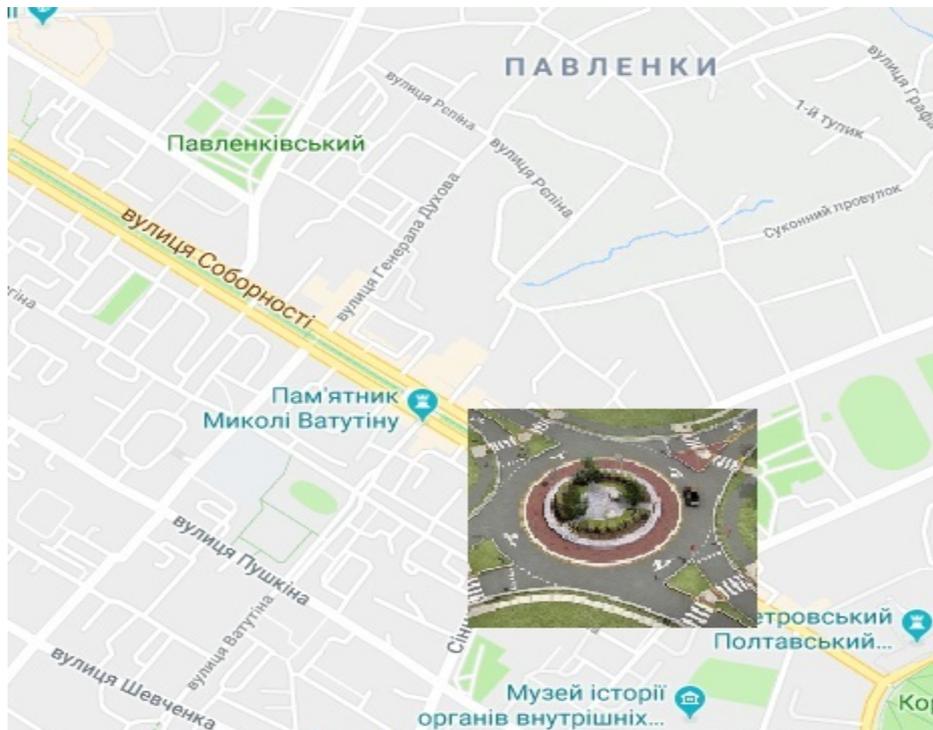


Рис.4.2 - Перехрестя вулиці Сінної та вулиці Соборності, м. Полтава

Для збільшення пропускної спроможності та забезпечення безперервного проїзду вулицями Європейській та Соборності необхідна заборона на стоянки автомобільного транспорту, який водії на теперішній час залишають на цих вулицях вздовж червоної лінії, необхідно також встановити автоматичні світлофори, які розраховані для мережі "зелена хвиля" (Рис.4.3).

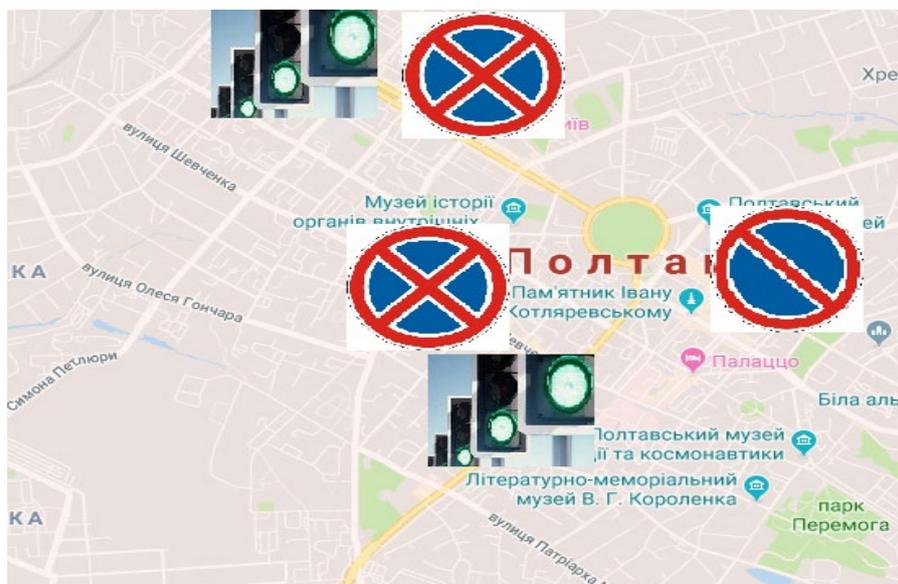


Рис.4.3 - Розміщення дорожніх знаків, а також встановлення світлофорного обладнання за системою "зелена хвиля", м. Полтава

З метою покращення безпеки на зупинках, а також безперешкодного проїзду громадського транспорту виділеною смугою, на зупинках необхідно встановити огороження, а уздовж вулиці встановити дорожні знаки щодо заборони стоянок вздовж червоної лінії.

Для розвантаження проїздної частини вулиці Шевченка, а також вулиці Героїв чорнобильців пропонується підземний простір під територією Центрального ринку використати для спорудження підземного паркінгу (Рис.4.4)

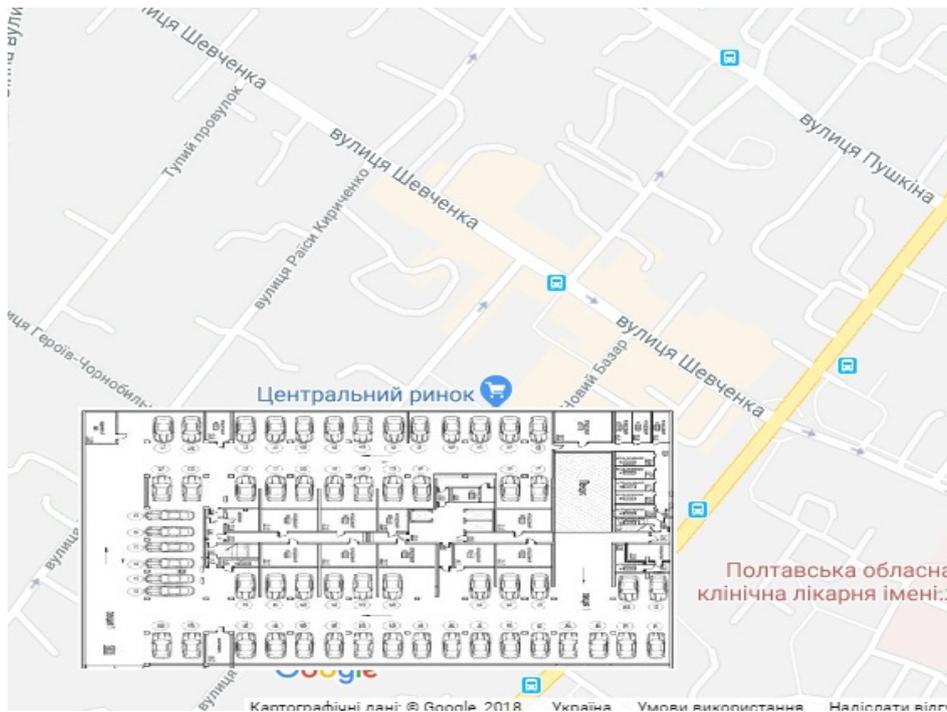


Рис.4.4. Використання підземного простору під територією Центрального ринку для спорудження підземного паркінгу, м. Полтава

Втілення у життя наданих пропозиції по реконструкції найбільш завантажених та небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі міста Полтави дозволить покращити показники пропускної спроможності на вулицях міста, допоможе розвантажити дорожню мережу та посприє зменшенню числа дорожньо-транспортних пригод.

#### 4.5. Висновки по розділу 4

У цьому розділі були розглянуті тенденції в зміні до принципів проєктування вулично – дорожньої мережі, проаналізовані особливості змін у США та провідних країнах Європи при проєктуванні та реконструкції вулично-дорожніх мереж.

Аналіз проведених досліджень доводить, що в розвинених країнах світу провадиться активна діяльність по адаптації маломобільних груп населення до соціальної інфраструктури. Постійно розробляються різні засоби, які допомагають створенню безбар'єрного простору, тобто, зручного пересування територією населеного пункту жителів, що мають фізичні порушеннями.

У даному розділі надаються рекомендації спеціалістів сучасної світової спільноти щодо покращення умов руху на реконструйованих вулицях, проаналізовані особливості реконструкції вулично-дорожньої мережі в історичному середовищі.

Також представлені головні засоби заспокоєння дорожнього руху при проектуванні та реконструкції вулиць та доріг населених пунктів, означена їх класифікація та надані приклади.

Надані пропозиції з реконструкції найбільш завантажених та аварійно-небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі міста Полтави.

Таким чином можна зробити висновки, що розробка та практичне втілення у життя сучасних прийомів проектування та реконструкції вулично-дорожньої мережі надає можливість більш ефективного використання міської території, оптимального вирішення дорожнього простору, впровадження безбар'єрності, створення захисту для велосипедистів та пішоходів.

## 5. ВИСНОВКИ

Дослідивши існуючий стан вулично-дорожньої мережі населених пунктів можна зробити висновок, що головними проблемами стану мережі є: аварійно-небезпечні ділянки, затори на дорогах та невідповідне дорожнє покриття. Аналіз безпеки руху в населених пунктах продемонстрував, що структура вулично-дорожньої мережі має аварійно небезпечні ділянки, до яких, насамперед, потрібна підвищена увага з боку інженерів та проєктувальників при розробці заходів із реконструкції або проєктуванні.

Розробляючи заходи і прийоми при облаштуванні або реконструкції вулично-дорожньої мережі населених пунктів необхідно використовувати досвід провідних країн світу та нормативно-технічну базу України.

У ході проведених досліджень були визначені сучасні тенденції проєктування вулично-дорожньої мережі населених пунктів та зроблено висновок про необхідність вдосконалення методів та прийомів її проєктування та реконструкції. враховуючи сучасні вимоги.

Велика кількість вулиць населених міст України не забезпечує проєктної пропускної здатності, а тому потребує реконструкції із застосуванням новітніх прийомів з урахуванням технічних, безпекових та екологічних вимог.

Кількість автомобільного транспорту зростає щороку, а будівництво і розширення нових доріг та вулиць вже не доцільне. Одним із найсучасніших методів, який використовується багатьма розвинутими країнами світу є метод транспортного моделювання, яке вирішує проєкти вулично-дорожньої мережі комплексно.

На підставі проаналізованих досліджень були сформульовані головні принципи і прийоми реконструкції вулично-дорожньої мережі, вони є: планувальними; організаційними; експлуатаційними; екологічними.

Визначені принципи у свою чергу поділяються на прийоми та засоби реконструкції вулично-дорожньої мережі.

Був розглянутий принцип мультимодальності та проаналізовані шляхи його практичного використання. Детально розглянуті приклади реконструкції

вулично-дорожнього простору, представлений зарубіжний досвід щодо реконструкції, використання підземного простору як засобу реконструкції, проаналізовані переваги та недоліки різних засобів при реконструкції для порівняння, надані схеми різних видів перехресть. Були означені тенденції в зміні до принципів проектування вулично-дорожнього середовища, надані пропозиції з реконструкції найбільш завантажених та аварійно-небезпечних ділянок вулично-дорожньої мережі міста Полтави.

Отже, можна зробити висновок про те, що використовуючи сучасні прийоми реконструкції вулично-дорожньої мережі, можна досягти більш ефективнішого використання простору міської території та тим самим підвищити зручність і безпеку на вулицях та дорогах.

## 6. Список використаної літератури

1. Транспорт та навколишнє середовище: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://ua-referat.com/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%>
2. Автомагістраль та її вплив на довкілля: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/avtomagistral-ta-ii-vpliv-na-dovkillya>
3. Містобудування: Довідник проектувальника. За ред. Панченко Т.Ф. Укрархбудінформ. 2001. –192с.
4. Білятинський О.А., Старовойда В.П. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг. Підручник. –К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.
5. Бойчук В.С., Кірічек Ю.О., Сергєєв О.С. Штучні споруди на автомобільних дорогах. – Д.: ПДАБА, 2004. – 364 с.
6. Бойчук В.С. Довідник дорожника .-К.:Урожай , 2002 . – 558с.
7. Вопросы совершенствования транспортных систем городов. Сборник научных трудов. /Под ред. Е.Е. Ключниченко. – К., 1977. – 115 с.
8. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: Концепция разработки системы стратегического транспортного планирования для мегаполисов. Швецов В.Л., Калинина В.В., Беттгер К.,
9. Класифікація структурних елементів вулично-дорожньої мережі методами кластерного аналізу / В.Д. Данчук, Р.В. Олійник, Є.С. Самойленко, С.М. Тарабан // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2012. – Вип. 85. – С. 124–130.
10. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: ДерждорНДІ, 2007. – 84 с.
11. ДБН В.2.3-5-2018 Зі Зміною № 1. Вулиці та дороги населених пунктів. Мінрегіон України. – К., 2022. – 67 с.
12. ДБН Б.1.1-15:2012. Склад і зміст генерального плану населеного пункту. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 50 с.
13. ДБН Б 2.2.12:2019 Планування та забудова території. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 183 с.

- 14.ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки та гаражі для легкових автомобілів. – К.: Мінбуд України, 2007.
15. .Дорожня галузь України: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://dorogy.com.ua/archive/item/year2010/year2010n2.html?field=field4>
- 16.Закон України “Про планування та забудову територій”
- 17.Закон України «Про автомобільні дороги», Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2005, N 51, ст.556.
18. Транспортні проблеми сучасних міст В.І. Зацерковний, Л.В. Тустановська, О.В. Кобрін Київський національний університет імені Тараса Шевченка – Вісник астрономічної школи — 2017. — № 13. — С.40-47
19. Йонкис А. Применение логистики в сфере оптимизации потоков городского транспорта / А. Йонкис // Праці Одеського політехнічного університету. – 2011. – N 1. –С. 295-300.
20. Лігум Ю.С. Економічна модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах міської пасажирської транспортної системи / Ю.С. Лігум, Є.Г. Логачов // Науковий економічний журнал: актуальні проблеми економіки. – 2004. – №1. – С. 124-139.
21. Официальный сайт посвящен городскому пассажирскому транспорту в Украине и мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://urbantransport.kiev.ua/ua\\_276.html](http://urbantransport.kiev.ua/ua_276.html).
- 22.Містобудування: Довідник проектувальника. За ред. Панченко Т.Ф. Укрархбудінформ. 2001. –192с.
- 23.Осітнянко А.П. Планування розвитку міста: Монографія. – К: КНУБА, 2001.
24. Осетрін М.М. Міські дорожньо-транспортні споруди. Навч. посіб. для студентів ВНЗ. – К., ІЗМН, 1997. – 196 с.
25. Про автомобільні дороги: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2862-15>
- 26..Ранжування структурних елементів вулич- но-дорожньої мережі за допомогою індексного методу / В.Д. Данчук, Р.В. Олійник, Є.С. Самойленко,

- С.М. Тарабан // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2012. – Вип.86. – С. 146–153
27. Сергеев О.С. Курс лекцій із дисципліни «Проектування автомобільних доріг» розділ для студентів спеціальності 7.06010105, 8.06010105 «Автомобільні дороги та аеродроми» всіх форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – 141 с.
28. Стародуб І.В. Роль планувальної схеми при формуванні системи транспортного обслуговування населення у великих містах України // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2004. – Вип. 17. – С. 305-318.
29. Стародуб І.В. Методи моделювання процесів функціонування транспортно-планувальної системи міста // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2007. – Вип. 26. – С. 286-295.
30. Старовойда В. П. «Ввідні та кільцеві автомагістралі» -К: Будівельник, 1980. – 145с.
31. Урбаністика: Навч. посібник/ О.С. Безлюбченко, О.В. Завальний. – Харків: ХДАМГ, 2003.- 254 с.
32. Угненко Е.Б. Концепция охраны окружающей природной среды при реконструкции автомобильных дорог//Вісник ХНАДУ, 2007, №32, с 100-102.
33. Шилова Т.О. Міське комунальне господарство: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2006. – 272 с.
34. Transport planning and traffic engineering [Текст] / Edited by С. А. O'Flaherty. — Butterworth-Heinemann, 2006. — 544 p.
35. Banister, D. Transport Planning [Текст] / D. Banister. — Spon Press, 2002. — 317 p.
36. Moughtin, C. Urban Design: Street and Square [Текст] / C. Moughtin. — Architectural Press, 2003. — 320 p.
37. Marshall, S. Streets and Patterns: The Structure of Urban Geometry [Текст] / S. Marshall. — Spon Press, 2005. — 318 p.

38. Lillebye, E. Architectural and functional relationships in street planning: an historical view [Текст] / E. Lillebye. — Landscape and Urban Planning, 1996. — Vol. 35. — pp. 85—105
39. D. Ortuzar, G. Willumsen. Modelling Transport, 3rd Edition, London: 2006.
40. Lytvynenko T. and Gasenko L. Peculiarities of infrastructure designing for the movement of individual environmental friendly vehicles. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 2015. – 43 (2). doi.org/10.3311/PPtr.7593
41. Бенджамін Шнайдер. Розширення доріг не зменшує затори: що таке індукований попит. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://mistosite.org.ua/articles/rozshyrennia-dorih-ne-zmenshuie-zatory-shcho-take-indukovanyi-popyt>
42. Hasenko L., Lytvynenko T., Tkachenko I., Elgandour M. Current trends in transport planning // Academic Journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Poltava, 2020. – 2 (55). – С. 82-88