

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Центральноукраїнський національний технічний
університет

І. О. Хітров
В. М. Никончук
В. В. Аулін

**МІСЬКИЙ ТРАНСПОРТ ТА
ІНФРАСТРУКТУРА: ІНТЕГРОВАНІЙ
ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ І РОЗВИТКУ**

Монографія

Рівне 2026

УДК 656.1+711.7
Х52

Рецензенти:

Понкратов Д. П., доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків;

Куницька О. М., кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху Національного транспортного університету, м. Київ.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.
Протокол № 3 від 27 березня 2026 р.*

Хітров І. О., Никончук В. М., Аулін В. В.

Х52 Міський транспорт та інфраструктура: інтегрований підхід до аналізу і розвитку : монографія. [Електронне видання]. – Рівне : НУБГП, 2026. – 244 с.

ISBN 978-966-327-688-5

У монографії розглянуто теоретичні та методичні засади формування та функціонування міської транспортної інфраструктури, наведено інтегрований підхід до аналізу взаємодії транспортних і пішохідних потоків, організації маршрутної, зупинкової та вулично-дорожньої мереж у контексті сучасних парадигм міської мобільності. Запропоновано методики комплексного інфраструктурного оцінювання функціонування міської транспортної системи, а також виконано їх апробацію на прикладі міста Дубно, обґрунтовано стратегічні напрями розвитку.

Монографія буде корисною для науковців, здобувачів вищої освіти, фахівців органів місцевого самоврядування, проєктних організацій і практиків у сфері міського транспорту та інфраструктури.

УДК 656.1+711.7

ISBN 978-966-327-688-5

© І. О. Хітров, В. М. Никончук,
В. В. Аулін, 2026

© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2026

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Інтегрований підхід до аналізу міського простору, мобільності та транспортної інфраструктури	7
1.1. Концептуальні засади транспортної інфраструктури	7
1.2. Просторово-інфраструктурна організація міського середовища	14
1.3. Транспортна мобільність у структурі міста: від традиційних систем до сталих парадигм	22
1.4. Громадський транспорт як системоутворюючий елемент транспортної інфраструктури	31
1.5. Роль зупинок громадського транспорту в розвитку міської транспортної інфраструктури	41
1.6. Безпечність дорожньої інфраструктури	49
Розділ 2. Методичні засади комплексного інфраструктурного оцінювання параметрів функціонування міської транспортної системи	56
2.1. Методика оцінки транспортних і пішохідних потоків з урахуванням інфраструктурних характеристик	56
2.2. Методика інфраструктурного оцінювання ефективності функціонування маршрутної мережі громадського транспорту	66
2.3. Методика дослідження комфортності пасажирів під час поїздки в громадському транспорті	75
2.4. Методика оцінки безпечності вулично-дорожньої мережі	82
Розділ 3. Результати комплексного інфраструктурного оцінювання параметрів функціонування транспортної системи міста Дубно	90
3.1. Транзитні можливості міста Дубно	90
3.2. Загальна характеристика вулично-дорожньої мережі міста Дубно	96
3.3. Загальна характеристика транспортно-інфраструктурного забезпечення міста Дубно	104

3.4. Дослідження взаємодії транспортних та пішохідних потоків у міському середовищі	116
3.5. Дослідження просторової організації маршрутної мережі міста в межах транспортної інфраструктури	129
3.6. Дослідження комфортності пасажирських поїздок у громадському транспорті	139
3.7. Дослідження планувальних особливостей формування зупинкової інфраструктури в системі міського транспорту	151
3.8. Дослідження конфліктності і безпечності критичних ділянок вулично-дорожньої мережі	159
Розділ 4. Стратегічні напрями розвитку міського транспорту та інфраструктури міста Дубно	172
4.1. Комплексні пропозиції щодо розвитку міської транспортної системи	172
4.2. Пропозиції з удосконалення управління та цифровізації міських пасажирських перевезень	174
4.3. Перспективи електрифікації автобусного парку	184
4.4. Пропозиції з покращення комфортності поїздок в громадському транспорті	188
4.5. Пропозиції з облаштування та модернізації зупинок громадського транспорту	192
4.6. Пропозиції з підвищення безпеки вулично-дорожньої мережі	196
Загальні висновки	206
Список використаних джерел	210
Додатки	222

ВСТУП

«Транспорт стане по-справжньому сучасним і сталим лише тоді, коли нові можливості мобільності стануть доступними для людей та інтегруються у їхнє повсякденне життя»

Сучасний розвиток міст характеризується зростанням мобільності населення, ускладненням просторової структури міського середовища та підвищенням вимог до якості функціонування транспортної інфраструктури. Міський транспорт дедалі більше розглядається не лише як сукупність інженерно-технічних об'єктів, а як складна соціально-економічна система, тісно пов'язана з планувальною організацією міського простору, рівнем комфортності проживання, безпекою дорожнього руху та сталим розвитком територій. У цих умовах актуалізується потреба у комплексному науковому підході до аналізу й оцінювання параметрів функціонування міських транспортних систем.

Попри наявність значної кількості наукових праць, присвячених окремим аспектам транспортного планування, організації руху або розвитку громадського транспорту, питання інтегрованого інфраструктурного оцінювання міських транспортних систем з урахуванням просторових, функціональних, безпекових і комфортнісних характеристик залишаються недостатньо систематизованими. Особливо це стосується малих і середніх міст, для яких характерні специфічні умови формування вулично-дорожньої мережі, маршрутної системи громадського транспорту та пішохідної інфраструктури.

Метою монографії є узагальнення теоретичних положень і розроблення методичних засад комплексного інфраструктурного оцінювання параметрів функціонування міської транспортної системи, а також обґрунтування практичних напрямів її розвитку. Для досягнення поставленої мети розглянуто концептуальні основи транспортної інфраструктури та міської мобільності, досліджено просторову організацію міського середовища,

проаналізовано взаємодію транспортних і пішохідних потоків, функціонування маршрутної та зупинкової інфраструктури громадського транспорту.

У монографії запропоновано сукупність методик оцінювання ефективності, комфортності та безпечності пасажирських перевезень, виконано їх практичну апробацію на прикладі міста Дубно та отримано результати, що дозволяють виявити проблемні зони функціонування міської транспортної системи. На основі проведених досліджень обґрунтовано стратегічні напрями розвитку міського транспорту й інфраструктури, зокрема в частині управління, цифровізації пасажирських перевезень, електрифікації автобусного парку, підвищення рівня комфортності поїздок і безпеки дорожнього руху.

Отримані результати мають наукове та практичне значення і можуть бути використані під час розроблення програм розвитку міського транспорту, транспортних схем і планів сталої міської мобільності, а також у навчальному процесі закладів вищої освіти транспортного та містобудівного профілю.

Автори висловлюють щирі подяку рецензентам, доктору технічних наук, доценту Д. П. Понкратову і кандидату технічних наук, професору О. М. Куницькій за цінну допомогу та фахову підтримку, надані під час підготовки рукопису монографії. Висловлені зауваження, слушні поради й конструктивні рекомендації сприяли підвищенню наукового рівня та якості поданого дослідження.



● — РОЗДІЛ I — ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ МІСЬКОГО ПРОСТОРУ, МОБІЛЬНОСТІ ТА ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

1.1. Концептуальні засади транспортної інфраструктури

Транспортна система виступає складною соціально-технічною системою, яка відіграє ключову роль у забезпеченні стабільного функціонування національної економіки, просторової інтеграції регіонів, доступності територій і задоволенні потреб населення в мобільності. Вона також сприяє активізації внутрішньої та зовнішньої торгівлі, розвитку промислового потенціалу та міжнародного партнерства. Рівень ефективності транспортної системи визначається ступенем скоординованості її складових, якістю транспортної інфраструктури, рівнем впровадження цифрових технологій, екологічною орієнтованістю та ефективністю управлінських рішень (додаток А, рис. А.1).

Транспортна інфраструктура є невід’ємною складовою національної економіки та основою забезпечення сталого функціонування транспортної системи. Вона охоплює сукупність матеріально-технічних елементів, організаційних структур і технологічних рішень, які забезпечують безперервний рух пасажирів, вантажів і транспортних засобів у просторі та часі. Її розвиток визначає рівень доступності територій, формує умови для економічного зростання та підвищує конкурентоспроможність регіонів. Концептуальні засади її вивчення ґрунтуються на системному, функціональному та інфраструктурному підходах.

В умовах післявоєнного відновлення України осмислення сутності та структури поняття «транспортна інфраструктура» набуває особливої ваги. Сучасна, ефективна та стійка транспортна інфраструктура є не лише фундаментом для відбудови зруйнованих територій, а й ключовим фактором соціально-економічної консолідації країни. Вона забезпечує просторову зв'язаність регіонів, підтримує функціонування логістичних ланцюгів, сприяє економічній мобільності населення та бізнесу. З огляду на глобальні виклики – урбанізацію, інтенсивний розвиток цифрових технологій, зміни клімату та необхідність дотримання принципів сталого розвитку – формування нової концепції транспортної інфраструктури потребує інтеграції інноваційних рішень, екологічної безпеки та стратегії довготривалого зростання [1].

У законодавстві України поняття «транспортна інфраструктура» посідає важливе місце у формуванні правової основи регулювання транспортної галузі. Це словосполучення активно використовується законодавцем при визначенні змісту транспортних відносин у широкому сенсі – охоплюючи всі види транспорту, транспортні мережі, об'єкти логістики, а також пов'язані з ними земельні ресурси. Зокрема, частина 2 статті 21 Закону України «Про транспорт» [2] чітко наголошує, що єдина транспортна система має відповідати вимогам суспільного виробництва та національної безпеки, а також повинна включати розгалужену інфраструктуру для надання транспортних послуг, включно зі складуванням вантажів, їхньою технологічною підготовкою до перевезення та забезпеченням ефективної участі у зовнішньоекономічних процесах (додаток А, рис. А.2). У вітчизняному правовому полі термін «транспортна інфраструктура» розглядається не лише як техніко-економічна категорія, а й як базове поняття для правового регулювання розвитку та функціонування транспортної системи. Його закріплення в нормативних актах підкреслює необхідність системного підходу до управління транспортною мережею та створює передумови для державної підтримки, інвестицій і визначення пріоритетів модернізації транспортного комплексу України.

Хоча закон і не розкриває поняття «транспортна інфраструктура» у формі прямого юридичного визначення, він фактично описує її через перерахування функціональних та технічних елементів, які забезпечують повноцінне функціонування різних видів транспорту. У згаданих нормах (статті 23, 25, 28, 31, 33), які стосуються регулювання земельного забезпечення різних видів транспорту – залізничного, морського, внутрішнього водного, автомобільного та авіаційного – законодавець опосередковано розкриває структуру транспортної інфраструктури. Зокрема, перелічуються конкретні об'єкти, розташовані на землях, призначених для функціонування відповідних транспортних систем: вокзали, станції, порти, термінали, причали, аеродроми, автодорожні вузли, диспетчерські пункти, ремонтні підприємства, об'єкти зв'язку, навігації, безпеки руху тощо.

У Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [3] акцентовано увагу на ключовому значенні транспортної галузі як стратегічної складової економічного та соціального розвитку держави. У документі підкреслюється наявність в Україні потужної та розгалуженої інфраструктурної бази, яка включає широкую залізничну мережу, розвинену систему автомобільних доріг, мережу морських портів, річкових терміналів, аеропортів і авіаційних маршрутів, а також вантажні митні термінали. Така інфраструктурна система формує необхідні передумови для забезпечення потреб населення та бізнесу в якісних, доступних і безпечних транспортних послугах. Водночас вона сприяє зміцненню логістичного потенціалу держави, поліпшенню умов для розвитку внутрішньої і зовнішньої торгівлі та активному залученню інвестицій у транспортну галузь.

Аналіз чинного законодавства України свідчить про відсутність офіційного, уніфікованого визначення поняття «транспортна інфраструктура», однак активно використовується у правовому полі. При цьому в різних нормативно-правових актах зустрічаються різноспрямовані трактування та термінологічні формулювання, які стосуються інфраструктурних елементів транспортної системи, що свідчить про

фрагментарність підходів до його нормативного наповнення (додаток А, табл. А).

Міждисциплінарна природа поняття «транспортна інфраструктура» зумовлює необхідність його дослідження крізь призму різних підходів, що дозволяє всебічно оцінити його значення та функціонування в умовах сучасних викликів.

Серед науковців існує певна єдність у розумінні змісту поняття «транспортна інфраструктура», однак тлумачення цього терміну варіюється залежно від методологічного підходу, який покладено в основу аналізу. Найчастіше у науковій літературі розглядаються організаційно-правовий, діяльнісний, логістичний, інституційний та комплексний підходи, кожен з яких акцентує увагу на певних аспектах функціонування транспортної інфраструктури.

Організаційно-правовий підхід трактує транспортну інфраструктуру як систему об'єктів, що мають правовий статус, функціонують у межах чинного законодавства і забезпечують реалізацію транспортних відносин. Такий підхід акцентує на регуляторних механізмах, формах власності, правовій відповідальності та юридичному оформленні інфраструктурних елементів.

Діяльнісний підхід зосереджений на функціональному аспекті – розглядає інфраструктуру як сукупність матеріальних та нематеріальних засобів, за допомогою яких забезпечується здійснення транспортних процесів (перевезень, обслуговування, ремонту, диспетчеризації тощо).

Логістичний підхід трактує транспортну інфраструктуру як складову логістичних систем і ланцюгів постачання. У цьому контексті інфраструктура розглядається як інструмент забезпечення ефективного просторово-часового переміщення матеріальних потоків, мінімізації витрат і забезпечення оптимізації транспортно-складських процесів.

Інституційний підхід акцентує увагу на ролі організацій, нормативно-правових механізмів і політичних інструментів у формуванні, управлінні та розвитку транспортної інфраструктури. Він враховує взаємодію держави, приватного сектора, місцевих громад і міжнародних організацій у процесах

створення та модернізації інфраструктури.

Комплексний підхід об'єднує елементи всіх попередніх і передбачає розгляд транспортної інфраструктури як багатокомпонентної системи, що функціонує на стику економічної, соціальної, правової та технічної сфер. Цей підхід дає змогу найповніше оцінити роль інфраструктури в забезпеченні мобільності населення, конкурентоспроможності економіки та сталого розвитку територій.

З метою кращого розуміння сутнісних характеристик та меж вживання понять «транспортна система» і «транспортна інфраструктура» проведемо їх порівняльний аналіз (табл. 1.1) Транспортна система охоплює всі компоненти, що забезпечують переміщення пасажирів і вантажів, включаючи організаційні, управлінські, кадрові та інформаційні елементи. Натомість транспортна інфраструктура є матеріальною основою, яка забезпечує фізичну реалізацію транспортного процесу.

Таблиця 1.1

Ключові порівняльні ознаки транспортної системи та транспортної інфраструктури

Критерій	Транспортна система	Транспортна інфраструктура
1	2	3
Загальне визначення	Сукупність взаємопов'язаних елементів, які забезпечують організацію, управління та реалізацію перевезень	сукупність шляхів сполучення, вузлів, споруд, технічних засобів, об'єктів обслуговування та допоміжних систем, що забезпечують функціонування, розвиток і взаємодію усіх видів транспорту для перевезення пасажирів, вантажів і надання супутніх послуг
Складові	Види транспорту, інфраструктура, транспортні засоби, кадри, управління, інформаційні технології	Дороги, мости, тунелі, вокзали, станції, порти, термінали, аеропорти, логістичні центри

продовження табл. 1.1

1	2	3
Функція	Забезпечення перевезень пасажирів і вантажів, мобільності, логістики, інтеграції економічного простору	Матеріальне забезпечення транспортного процесу, підтримка логістичних і перевізних операцій
Рівень складності	Багаторівнева, соціально-технічна, організаційно-економічна система	Переважно технічна й інженерна підсистема
Роль в економіці	Визначальний елемент національної економіки, що охоплює планування, управління й розвиток	База для розвитку перевезень, торгівлі, мобільності й логістики
Метод дослідження	Системний, міждисциплінарний (економіка, логістика, управління, соціологія)	Інженерно-технічний, геоінформаційний, просторовий аналіз
Регулювання	Координується державною політикою, програмами розвитку, міжнародними зобов'язаннями	Підлягає будівельним нормам, стандартам, нормам безпеки, екологічним вимогам
Приклад	Національна транспортна система України, міська система громадського транспорту	Залізничні колії, автодороги державного значення, аеропорт «Бориспіль», морський порт «Одеса»

Зміст поняття відповідності транспортної інфраструктури та парку рухомого складу полягає у забезпеченні оптимальної взаємодії між технічними можливостями транспортних засобів та умовами їх функціонування. Як зазначає Марков О.Д., така відповідність передбачає, що пасажир чи користувач транспортного засобу здатний повною мірою реалізувати його потенційні можливості, отримуючи соціальні та економічні вигоди. Водночас, у випадках, коли обмеженість інфраструктури

спричиняє перевищення витрат над вигодами, транспортний засіб фактично втрачає своє цільове призначення, трансформуючись із суспільно корисного продукту у джерело додаткових витрат [4].

Необхідно враховувати, що розвиток транспортної інфраструктури та парку рухомого складу може відбуватися асинхронно. Це зумовлено, насамперед, прагненням машинобудівних підприємств до максимізації прибутку, що нерідко відсуває на другий план завдання, пов'язані з інтеграцією нових транспортних засобів у наявну інфраструктуру. Подібна диспропорція створює ризики виникнення критичних дисбалансів, які можуть у перспективі призвести до транспортного колапсу.

Відповідність транспортної інфраструктури та парку рухомого складу – це стан збалансованого розвитку, за якого технічні параметри та експлуатаційні характеристики транспортних засобів узгоджені з пропускнуою спроможністю, технічним рівнем і просторовими умовами транспортної інфраструктури, що забезпечує максимальну ефективність використання транспорту та мінімізацію соціально-економічних витрат.

Отже, транспортна інфраструктура – це сукупність шляхів сполучення, вузлів, споруд, технічних засобів, об'єктів обслуговування та допоміжних систем, що забезпечують функціонування, розвиток і взаємодію усіх видів транспорту для перевезення пасажирів, вантажів і надання супутніх послуг.

У національному правовому полі термін «транспортна інфраструктура» виступає не лише техніко-економічною категорією, а й ключовим поняттям, що закладає фундамент для правового регулювання розвитку, модернізації та функціонування транспортної системи. Його застосування у нормативних актах свідчить про усвідомлення державою важливості системного підходу до планування і управління транспортною мережею в контексті загальнонаціональних інтересів. Крім того, правова фіксація поняття інфраструктури сприяє впровадженню механізмів державної підтримки, залученню інвестицій, а також визначенню пріоритетів у процесі відновлення та модернізації транспортного комплексу України.

Поселення розглядається як базове середовище життєдіяльності людей, у межах якого формуються умови для проживання домогосподарств. Для громади поселення виступає аналогом житлового простору сім'ї, проте в масштабі суспільних систем. Міські форми розселення реалізуються у структурі малих і великих міст та містечок, забезпечуючи концентрацію населення, функцій і ресурсів у певних просторових межах. У цьому сенсі поселення є не лише фізичним простором, але й соціальним середовищем; такий підхід особливо актуальний у контексті переміщеного населення, для якого простір набуває ознак тимчасових або довготривалих умов проживання.

Формування людського поселення відбувається внаслідок освоєння та структуризації територіального ландшафту. Його просторово-функціональна організація передбачає збалансований розподіл функцій із урахуванням потреб населення, доступності та використання ресурсів, економічної динаміки, покращення якості життя, розвитку інфраструктури послуг, транспортних мереж та рекреаційних зон. Поселення має відповідати суспільним потребам громади та передбачати участь зацікавлених сторін – мешканців, партнерів та представників різних секторів – у процесі його планування й розвитку.

Просторовий розподіл населення та населених пунктів у межах країни, їх взаємозв'язок і транспортна доступність до адміністративних центрів і територій відіграють ключову роль у забезпеченні соціальної сфери, зокрема в наданні медичних послуг, організації ефективного розподілу ресурсів та стимулюванні економічного розвитку.

Узагальнено населені пункти класифікують за їхніми розмірами та морфологічними ознаками. Це зумовлює формування певної ієрархії поселень, що визначається на основі їхнього розташування в межах регіону чи країни, чисельності населення, а також типології та різноманітності наданих послуг. У міру підйому по цій ієрархічній шкалі зростає масштаб населеного пункту, збільшується чисельність його жителів і

розширюється спектр функцій та послуг, доступних для населення (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Загальна структура розміщень населення за фізичним простором

На думку географа С. М. Антонюка, процес розселення людей формує мережу населених пунктів, що охоплює всю сукупність поселень певної території та поділяється на міські й сільські [5]. Сучасні статистичні дані свідчать про стійкі урбанізаційні тенденції: сьогодні понад 51% населення світу проживає у містах, а для України цей показник є ще вищим і досягає 68,7% (рис. 1.2). Така динаміка відображає глобальний перехід від сільського до міського типу поселень та зростання ролі міст як ключових центрів розвитку.

Міський спосіб життя характеризується вищою динамічністю та різноманіттям порівняно із сільським. Зі зростанням розміру міста збільшується його функціональна різноманітність і посилюється сфера просторового впливу. Відповідно, потенціал розвитку міських поселень є значно вищим, ніж у сільських територіях. Процес трансформації сільських територій у міські визначається поняттям урбанізація [6].

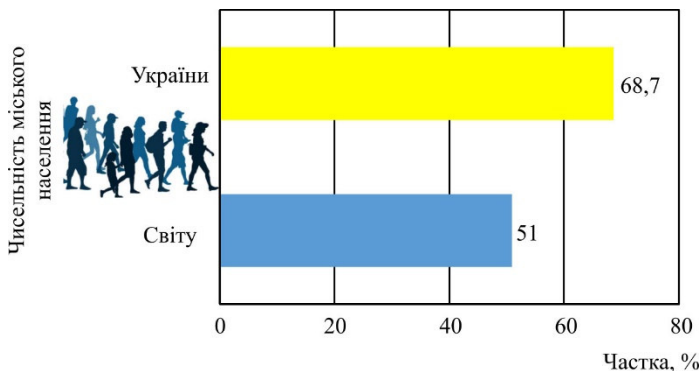


Рис. 1.2. Урбанізаційний рівень населення, %

Для систематизації уявлень про різноманіття населених пунктів застосовують класифікацію, що ґрунтується на низці ознак. Такий підхід дає змогу упорядковувати поселення за їхніми кількісними, просторовими та функціональними характеристиками, а також виявити специфіку їхнього розвитку (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Загальні класифікаційні ознаки типів поселень

Класифікаційна ознака	Типи поселень
Функціональна	міські (адміністративні, промислові, транспортні, культурні, рекреаційні); сільські (аграрні, агропромислові, рекреаційні)
За чисельністю населення	малі; середні; великі; міста-мільйонники
Адміністративний статус	столиця; обласний центр; районний центр; селище міського типу; село
Планувальна структура	компактні; лінійні; радіально-кільцеві; змішані
Економічна спеціалізація	промислові; аграрні; транспортні вузли; курортні; багатофункціональні
Динаміка розвитку	ті, що зростають; стабільні; ті, що скорочуються (занепадаючі)

Місто є складною соціально-економічною та просторовою системою, у якій концентруються управлінські, виробничі, культурні та транспортні функції суспільства. Воно відрізняється високою щільністю населення, розвиненою інфраструктурою та інтенсивною динамікою розвитку. Водночас місто не обмежується лише адміністративними межами та територіальними характеристиками – воно формує унікальне міське середовище.

Дослідження міста і міського середовища має міждисциплінарний характер, адже поєднує аспекти урбаністики, архітектури, транспорту, екології, економіки та соціології. У сучасних умовах особливої актуальності набуває вивчення дорожньо-транспортної інфраструктури, оскільки саме вона є основою функціонування міського простору, впливає на мобільність населення, економічну активність та екологічний стан території.

Місто – це компактно заселений населений пункт, що характеризується високою щільністю населення, розвиненою інженерно-транспортною, соціальною та виробничою інфраструктурою, різноманітністю функцій (економічних, адміністративних, культурних, освітніх), а також специфічним способом організації простору, що відрізняє його від сільських територій.

Міське середовище – це сукупність просторово-територіальних, соціально-економічних, інженерно-технічних і природних умов, що формуються в межах міста та забезпечують життєдіяльність населення. Воно включає забудову, дорожньо-транспортну мережу, громадські простори, екологічні та соціальні аспекти, що впливають на комфорт, мобільність і якість життя мешканців.

Структурування понять «місто» і «міське середовище» дає змогу чіткіше визначити їх сутність та взаємозв'язок (табл. 1.3). Місто можна розглядати як територіально-адміністративну одиницю з певними межами, населенням, управлінськими функціями та інфраструктурою. Натомість міське середовище відображає якість і умови життя в місті та охоплює матеріальні (збудова, дороги, комунікації) й нематеріальні (соціальні

відносини, культурний простір, рівень безпеки) складові. Отже, місто виступає як «форма» організації простору, а міське середовище – як «зміст», що наповнює цю форму і визначає комфортність та ефективність життєдіяльності населення.

Таблиця 1.3

Структурування поняття «місто» і «міське середовище»

Ознака	Місто	Міське середовище
Сутність	Населений пункт із високою щільністю населення та концентрацією функцій	Сукупність умов і факторів, що формують простір життя в місті
Основні риси	Адміністративний статус, забудова, економічна діяльність, транспорт, соціальна інфраструктура	Просторові, соціальні, екологічні, інженерні та культурні компоненти
Функції	Організаційний, економічний, культурний та транспортний центр	Забезпечення умов для мобільності, комфорту, безпеки та якості життя мешканців
Структурні елементи	Райони, мікрорайони, промислові та житлові зони, транспортні вузли	Вулично-дорожня мережа, громадські простори, забудова, інженерні мережі, екосистема
Фокус	Територіально-адміністративна одиниця	Середовище життєдіяльності людини та взаємодії з інфраструктурою

Транспортна інфраструктура є базовим каркасом функціонування міста та визначальним чинником формування міського середовища. Вона включає вулично-дорожню мережу, громадський транспорт, пішохідні та велосипедні маршрути, транспортні вузли та логістичні об'єкти. Від рівня розвитку та організації транспортної інфраструктури залежить мобільність населення, доступність робочих місць, освітніх і культурних закладів, а також ефективність економічної діяльності. Належна інфраструктура забезпечує не лише швидкість і безпеку

пересування, а й впливає на екологічний стан міського простору, знижуючи транспортні навантаження та викиди. У сучасних умовах особливого значення набуває інтеграція різних видів транспорту, розвиток громадського і «зеленого» транспорту, а також використання цифрових технологій для управління потоками. Таким чином, транспортна інфраструктура виступає не лише технічним елементом міста, а й важливим чинником формування комфортного, сталого та конкурентоспроможного міського середовища.

Дорожня інфраструктура є ключовою складовою транспортної системи міста, яка безпосередньо впливає на якість міського середовища. Вона охоплює мережу вулиць і доріг, перехрестя, розв'язки, зупинки громадського транспорту, тротуари, пішохідні переходи, велодоріжки та елементи організації дорожнього руху. Стан дорожнього покриття, пропускна здатність магістралей, безпека перехресть і якість утримання доріг визначають комфорт і швидкість пересування містом. Розвинена дорожня інфраструктура забезпечує ефективний розподіл транспортних потоків, сприяє зменшенню заторів і аварійності, а також створює умови для розвитку громадського та альтернативного транспорту. Крім того, правильне планування і проектування доріг сприяє екологічній збалансованості, знижує рівень шуму та забруднення повітря. Дорожня інфраструктура є не лише функціональною основою мобільності, а й важливим елементом, що формує безпечне й комфортне міське середовище.

Сучасні українські міста стикаються з низкою проблем інфраструктурного розвитку, що негативно впливають на якість міського середовища та потребують удосконалення (рис. 1.3).

Однією з основних передумов ефективного функціонування дорожньої інфраструктури є якісне дорожнє покриття. В Україні значна частина доріг перебуває у незадовільному стані через зношеність та застарілі технології ремонту. Використання сучасних матеріалів (асфальтобетон із модифікованими добавками, цементобетон, синтетичні матеріали) і технологій укладання дозволить підвищити довговічність покриття та знизити витрати на його утримання.

Важливим є також регулярний моніторинг стану доріг і застосування превентивних ремонтних заходів.

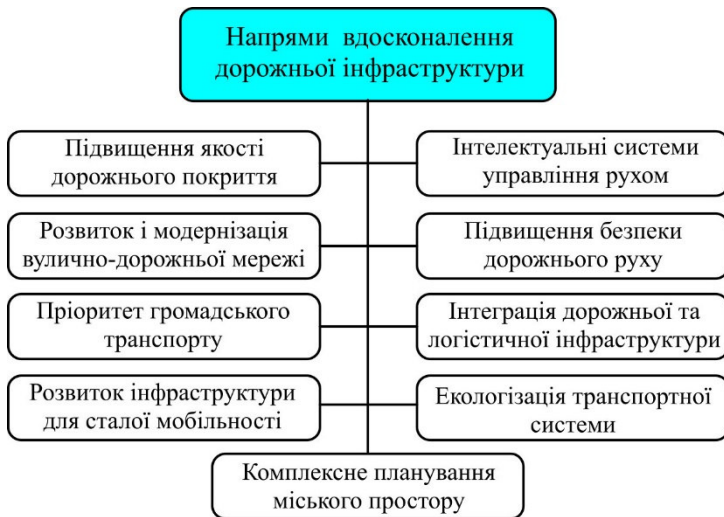


Рис. 1.3. Систематизація напрямів розвитку дорожньої інфраструктури в міському середовищі

Міські дороги потребують розширення та адаптації до сучасних транспортних навантажень. У багатьох містах вулично-дорожня мережа сформована ще у XX столітті та не враховує нинішню кількість транспорту. Модернізація має включати будівництво нових магістралей, реконструкцію вузьких ділянок, оптимізацію перехресть і створення сучасних транспортних розв'язок. Це дозволить зменшити затори, підвищити швидкість руху та забезпечити більш рівномірний розподіл транспортних потоків.

Ефективний розвиток транспортної інфраструктури неможливий без підтримки громадського транспорту. Для цього необхідно облаштовувати виділені смуги для автобусів і тролейбусів, створювати зручні пересадкові вузли між різними видами транспорту (автобус, трамвай, метро, електричка). Надання пріоритету громадському транспорту сприятиме

зменшенню використання приватних автомобілів, що позитивно вплине на мобільність та екологічну ситуацію в місті.

Громадський транспорт виступає важливим чинником подолання бідності як у непрямій формі, через стимулювання економічного розвитку та зростання продуктивності, так і у прямій, забезпечуючи задоволення базових щоденних потреб населення в мобільності. Як зауважує Кен Гвіллім, розвиток міського транспорту характеризується парадоксальністю: за умов постійного перевищення попиту над пропозицією та активної участі приватних операторів, сектор не досягає очікуваного рівня ефективності й не забезпечує якісних трансформацій у сфері послуг і ціноутворення, які спостерігаються в інших галузях економіки [7]. При цьому підвищення добробуту населення нерідко супроводжується зниженням якості транспортного обслуговування, що найбільш відчутно для малозабезпечених верств суспільства.

Сучасне місто повинно враховувати потреби не лише автомобілістів, а й пішоходів та велосипедистів. Створення велодоріжок, пішохідних зон, зручних переходів, підземних і надземних переходів підвищує безпеку та комфорт пересування. Розвиток сталої мобільності також стимулює здоровий спосіб життя, знижує навантаження на транспортну мережу та сприяє зменшенню шкідливих викидів.

Впровадження сучасних цифрових технологій є важливим напрямом модернізації дорожньої інфраструктури. Використання «розумних світлофорів», систем моніторингу трафіку, електронних табло на зупинках громадського транспорту та мобільних додатків для пасажирів дозволяє ефективно регулювати транспортні потоки та мінімізувати затори. Такі рішення забезпечують більш гнучке управління дорожньою мережею та знижують ризик аварійних ситуацій.

Безпека є ключовим аспектом функціонування дорожньої інфраструктури. Для її забезпечення необхідно впроваджувати сучасну дорожню розмітку, встановлювати якісне вуличне освітлення, облаштовувати бар'єрні огороження та безпечні зупинки громадського транспорту. Важливо створювати умови для захисту найуразливіших учасників руху – пішоходів і

велосипедистів. Підвищення безпеки дозволить зменшити аварійність і травматизм у містах.

Ефективна транспортна система потребує поєднання дорожньої мережі з логістичними об'єктами. Розвиток транспортно-логістичних вузлів, об'їзних шляхів і вантажних терміналів дає можливість вивести транзитний трафік за межі центральних частин міст, зменшити затори та покращити умови для громадського транспорту й пішоходів. Така інтеграція також сприяє підвищенню економічної привабливості міста.

Сучасний розвиток міського простору неможливий без урахування екологічних аспектів. Використання електробусів, тролейбусів, велосипедів, облаштування зарядних станцій для електромобілів сприяє зменшенню рівня забруднення повітря. Додатковими заходами є облаштування шумозахисних екранів, озеленення вулиць і створення буферних зелених зон уздовж доріг. Це дозволяє формувати більш здорове міське середовище для населення.

Отже, для ефективного розвитку транспортної інфраструктури необхідне цілісне містобудівне планування. Уникнення хаотичної забудови, врахування транспортних потреб ще на стадії проєктування нових районів, інтеграція житлових, комерційних та промислових зон із транспортними вузлами забезпечують збалансований розвиток міста. Комплексний підхід дозволяє створювати міське середовище, яке одночасно відповідає вимогам мобільності, безпеки та комфорту.

1.3.

Транспортна мобільність у структурі міста: від традиційних систем до сталих парадигм

Автомобільний транспорт у сучасній Україні є ключовим елементом економічної мобільності, формуючи ринок через попит на паливо, обслуговування, логістику та стимулюючи розвиток інфраструктури.

У 60–70-х роках ХХ століття автомобіль став не просто технічним засобом пересування, а продовженням самої людини, утворивши своєрідну «автомобільну одиницю». Людина і машина ніби злилися в єдиний організм, де керування

автомобілем сприймалося як природне продовження людських можливостей. Такий симбіоз був нерозривно пов'язаний із просторовим середовищем: дороги, магістралі, парковки й міські площі перетворювалися на невід'ємну частину життєвого простору. Автомобілізація того часу полягала не лише у збільшенні кількості автомобілів, а й у формуванні нового способу сприйняття простору. Автомобіль ставав інструментом освоєння територій, відкривав доступ до раніше недосяжних місць, змінював уявлення про відстань і час. Завдяки йому людина отримала свободу мобільності, можливість досліджувати навколишнє середовище та формувати нову культуру взаємодії з простором.

Автомобіль надає людині відчуття свободи та гнучкості, дозволяє долати відстані у зручний спосіб і відкриває нові можливості для соціального життя. Проте саме «структура автопростору» у другій половині ХХ століття змінила міське середовище, розділивши простори роботи, житла й дозвілля, що призвело до фрагментації суспільних практик і залежності від приватного транспорту. Автомобілізація, надаючи мобільність одним, водночас обмежує можливості інших – дітей, людей з інвалідністю чи тих, хто не має власного автомобіля.

Автомобілізація – це багатогранний процес, який відображає рівень технічного розвитку суспільства, формує його мобільність, впливає на економіку, культуру та довкілля, а також визначає перспективи розвитку транспортної системи.

Автомобілізація безпосередньо пов'язана з розвитком автомобілебудування та вдосконаленням конструкцій транспортних засобів. Вона охоплює процеси масового виробництва автомобілів, розширення модельного ряду та впровадження сучасних технологій, що підвищують їхню надійність, економічність та комфортність. Також важливим елементом є формування дорожньо-транспортної інфраструктури, мережі автозаправних станцій, сервісних центрів та станцій технічного обслуговування. Таким чином, технічний аспект забезпечує матеріальну основу для функціонування автомобільного транспорту.

Зростання автомобілізації сприяє підвищенню мобільності населення та розвитку економіки. Автомобіль дає можливість задовольняти індивідуальні транспортні потреби, скорочує час на пересування, стимулює розвиток торгівлі, логістики та сфери обслуговування. З іншого боку, автомобілізація впливає на структуру зайнятості, створюючи робочі місця у виробництві, ремонті, сервісі та транспортних перевезеннях. Водночас вона формує значний попит на паливо, запасні частини, інфраструктурні послуги, що має макроекономічний ефект.

Автомобілізація змінює структуру міст і територіальних систем. Розвиток дорожньої мережі, транспортних вузлів, парковок і магістралей сприяє формуванню нових планувальних рішень у містах. Автомобіль дозволяє розширювати межі населених пунктів, стимулює розвиток приміських зон і передмість, створює нові транспортні зв'язки між центром і периферією. Водночас надмірна концентрація автомобілів у містах породжує проблеми заторів, потребу у вдосконаленні організації руху та впровадженні систем «розумного транспорту».

Автомобіль став невід'ємною частиною сучасної культури та стилю життя. Він виступає не лише як засіб пересування, а й як символ престижу, успіху та соціального статусу. Автомобілізація впливає на поведінкові звички людей, формуючи потребу у свободі пересування та індивідуальній мобільності. Водночас у суспільстві виникає тенденція до розвитку «автомобільної культури»: зростає інтерес до автоспорту, тюнінгу, дорожньої етики та безпеки.

Хоча автомобілізація має безліч переваг, вона створює і значні проблеми. Масове використання автомобілів призводить до зростання викидів шкідливих речовин, шумового забруднення, погіршення стану довкілля. Одночасно збільшується кількість дорожньо-транспортних пригод, що потребує підвищення рівня безпеки руху та вдосконалення системи регулювання. У відповідь на ці виклики розвиваються нові технології – електромобілі, гібридні транспортні засоби, системи автономного керування, а також популяризуються альтернативні види транспорту.

Автомобілізація потребує чіткої правової бази та державного регулювання. Йдеться про законодавство у сфері дорожнього руху, ліцензування перевезень, стандартизацію автомобільної техніки, сертифікацію запчастин та пального. Важливу роль відіграє організація транспортної політики на рівні держави, міст та регіонів.

Сучасна автомобілізація тісно пов'язана з розвитком наукових досліджень і впровадженням інновацій. Це стосується електромобілів, систем автономного керування, інтелектуальних транспортних систем, цифрових сервісів для управління трафіком і логістикою. Інноваційний напрям задає вектор майбутнього розвитку автомобільного транспорту.

Автомобільна промисловість і рівень автомобілізації впливають на економічну незалежність і конкурентоспроможність країни. Власне виробництво автомобілів і комплектуючих забезпечує національну безпеку, знижує залежність від імпорту. Крім того, автомобілізація інтегрує державу у світові транспортні та логістичні системи.

Автомобіль змінює поведінку та свідомість людей. Для багатьох він стає не лише засобом пересування, а й елементом самовираження. Водіння впливає на психологічний стан, створює як відчуття свободи, так і стрес у заторах. Автомобілізація формує нову культуру мобільності та нові форми соціальної взаємодії.

Джон Уррі інтерпретує автомобілізацію як фундаментальний складник глобального модерну, що визначає специфічні форми соціальної організації та мобільності. Він виокремлює шість базових компонентів, комбінація яких формує своєрідний «режим панування» автомобіля у світі. По-перше, це формування потужної індустрії автомобілебудування, започаткованої провідними компаніями ХХ століття, яка згодом дала поштовх до розвитку численних суміжних галузей. По-друге, автомобіль виступає центральним предметом індивідуального споживання після житла, закріплюючи соціальний статус власника та репрезентуючи цінності свободи, успіху, безпеки й мобільності. По-третє, навколо автомобіля виник потужний машинобудівний комплекс, що інтегрував

промисловість, енергетику, інфраструктуру, сервіс і сферу послуг, створивши розгалужену «економіку автомобілізації». По-четверте, автомобіль перетворився на домінуючу форму приватної мобільності, яка витіснила та підпорядкувала альтернативні види транспорту, водночас змінивши соціально-просторову організацію праці, дозволяючи повсякденного життя. По-п'яте, навколо автомобіля сформувалася культура, що визначає уявлення про «належний» спосіб життя, ідеали сучасного громадянства та продукує символи у літературі, мистецтві й масовій культурі. Нарешті, по-шосте, автомобілізація стала одним із головних чинників глобального екологічного навантаження, адже виробництво автомобілів, доріг і автопросторів споживає значні ресурси та продукує різні види забруднення [8].

Дослідник Йорг Бекманн підкреслює амбівалентність автомобілізації, наголошуючи, що її переваги та ризики є багатограними і не завжди очевидними. Часто рішення, які вважалися прогресивними для транспортного розвитку, з часом самі перетворювалися на проблеми. Це свідчить про залежність інтерпретацій від світоглядних орієнтирів та «бачення мобільності» [9].

Сучасна глобальна культура підтверджує, що домінування автомобіля стало настільки ж масштабним явищем, як кіно, телебачення чи комп'ютер. «Глобальні міста» залишаються сформованими і визначеними саме автомобілем, який структурно впливає на їхнє планування та соціальну організацію. Водночас періодичні видання – газети, журнали, спеціалізовані огляди – не лише відображають, а й активно формують автомобільну свідомість. (поширюють інформацію про автомобільні інновації, популяризують «автомобільне бачення», інтегруючи його в суспільно-політичний та культурний простір).

Науковий дискурс останніх десятиліть прагне подолати редукціоністське розуміння автомобілізації як «зростання кількості автомобілів». Її розглядають як велику технологічну систему з власною інституційною та організаційною структурою, що інтегрована у соціальні відносини. З цієї позиції автомобіль

виступає не лише технічним артефактом, а елементом соціальної інфраструктури, який формує просторові й культурні практики.

Водночас постає питання сталості такої системи. Автомобілізація породжує низку ризиків – від екологічних до соціокультурних. Науковців неодноразово наголошують, що зростання екологічного навантаження, вичерпність ресурсів і проблеми міської мобільності можуть поставити під сумнів подальший розвиток автомобільної парадигми. Згідно з концепцією сталого розвитку, транспортні системи мають мінімізувати негативні зовнішні ефекти, забезпечуючи водночас довгострокову безпеку та доступність мобільності для майбутніх поколінь [10–12].

Рівень автомобілізації значною мірою залежить від економічного добробуту країни. Вищий показник ВВП на душу населення створює передумови для доступності автомобіля як засобу індивідуальної мобільності (додаток Б, рис. Б.1). У країнах із високим економічним розвитком автомобіль розглядається не лише як транспортний засіб, а й як символ соціального статусу та елемент способу життя. Водночас у державах із нижчим ВВП автомобілізація розвивається повільніше, оскільки населення обмежене у фінансових можливостях придбання та утримання автомобілів. Зростання ВВП України безпосередньо сприяє формуванню платоспроможного попиту на індивідуальний транспорт, що стимулює як первинний, так і вторинний ринки автомобілів. Саме поліпшення макроекономічних показників стає ключовим чинником розширення автопарку та модернізації транспортної інфраструктури.

Територіальні масштаби країни прямо впливають на транспортні потреби та структуру автомобілізації (додаток Б, рис. 1.5). Великі за площею держави потребують розгалуженої дорожньої мережі та значно вищого рівня індивідуальної мобільності для з'єднання регіонів, що стимулює поширення автомобільного транспорту. У відносно невеликих країнах із компактною територією можливості громадського транспорту можуть частково компенсувати потребу в приватних авто, проте урбанізація та інтеграція у європейський простір все одно стимулюють розвиток автомобілізації.

Для України, яка має значну територіальну протяжність та різну регіональну щільність населення, автомобільний транспорт відіграє ключову роль у забезпеченні міжрегіональної доступності та мобільності населення. Широка просторовість країни зумовлює об'єктивну потребу у розвитку дорожньої інфраструктури та підвищенні рівня автомобілізації, особливо там, де громадський транспорт є менш розвиненим або має нерегулярний характер.

Показник рівня автомобілізації населення є ключовим у розумінні сучасної мобільності європейських країн (рис. 1.4). Високий рівень автомобілізації відображає доступність індивідуального транспорту, що свідчить про високий рівень економічного розвитку, наявність транспортної інфраструктури та культурні особливості користування автомобілем. Країни Західної та Північної Європи характеризуються найвищими значеннями, тоді як у країнах Східної та Південно-Східної Європи процес автомобілізації ще має потенціал зростання.

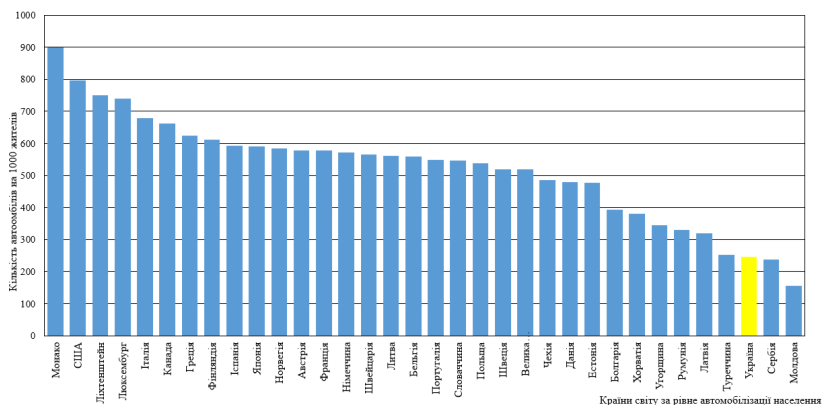


Рис. 1.4. Розподіл країн за рівнем автомобілізації населення (за даними [13])

Чисельність населення визначає масштаб попиту на транспортні послуги, включаючи використання індивідуальних автомобілів. У густонаселених країнах зростає транспортне навантаження, виникає проблема заторів, потреба у розширенні дорожньої мережі та розвитку альтернативних видів транспорту.

Водночас у країнах із меншим населенням рівень автомобілізації може бути високим у відносному вимірі, навіть якщо загальна кількість автомобілів є меншою.

Чисельність населення України суттєво варіюється між регіонами, це означає нерівномірне формування транспортного попиту: великі агломерації стикаються з перевантаженістю вулично-дорожньої мережі, тоді як у менш заселених територіях зростає залежність від індивідуального автотранспорту через обмежену доступність громадських перевізників. Така демографічна структура безпосередньо впливає на динаміку та просторовий розподіл автомобілізації в країні.

Наявність розвинутої дорожньої мережі є матеріальною основою автомобілізації (додаток Б, рис. 1.8). Країни з добре розвинутою транспортною інфраструктурою забезпечують вищий рівень мобільності населення, створюючи умови для ефективного використання приватних автомобілів. Водночас слабкий розвиток дорожньої мережі може стримувати процес автомобілізації навіть за достатнього економічного рівня. Таким чином, транспортна інфраструктура виступає критичним чинником, що визначає можливості для функціонування автомобільної системи у країнах Європи.

Щільність дорожньої мережі – це показник, який характеризує протяжність автомобільних доріг загального користування в розрахунку на одиницю площі. Він відображає рівень територіальної освоєності країни та є одним із ключових факторів розвитку автомобілізації. Висока щільність дорожньої мережі забезпечує кращу доступність населених пунктів, скорочує час на поїздки, сприяє ефективній логістиці та підвищує комфортність переміщення населення. Вона також прямо впливає на рівень індивідуальної мобільності, оскільки створює умови для повноцінного використання приватного транспорту. У країнах Західної та Центральної Європи, де щільність дорожньої мережі є однією з найвищих у світі, автомобілізація досягла високого рівня та сформувала комплексну транспортну систему (рис. 1.5).

В останні роки автомобільна галузь демонструє інтенсивний розвиток і трансформацію. Сучасні тенденції

акцентують увагу на впровадженні стійких та екологічно безпечних транспортних засобів, що зменшують вплив на довкілля. Особливу роль у цьому процесі відіграють електромобілі, гібридні моделі та транспортні рішення з низьким рівнем викидів, а також інноваційні технології управління енергоефективністю та використання відновлюваних джерел енергії.

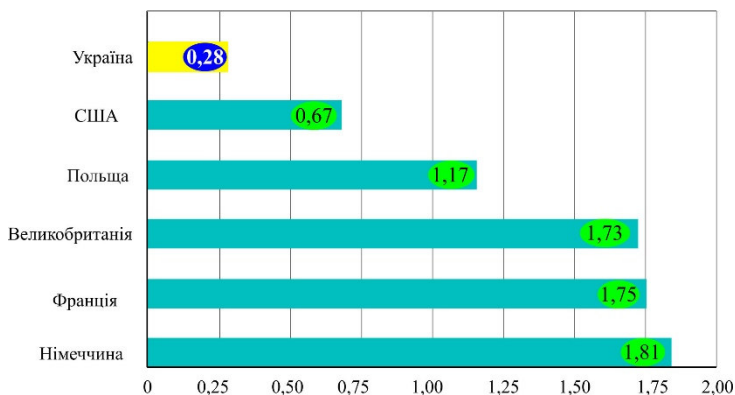


Рис. 1.5. Щільність автомобільної дорожньої мережі як індикатор розвитку транспортної інфраструктури

Зростання сегменту електромобілів і гібридів свідчить про поступову екологізацію автопарку. За прогнозами Statista, попередні продажі легкових автомобілів в Україні у 2025 році становитимуть близько 115 тис. одиниць, але з подальшим зниженням: до 2029 року очікується падіння загального обсягу ринку до приблизно 109 тис. авто [14]. Сегмент комерційних транспортних засобів, за оцінками того ж джерела, повинен вирости з 14 260 одиниць у 2025 році до 14 970 одиниць у 2029, з середнім річним темпом зростання приблизно 1,24%. При тому ринок вантажівок, який у 2025 році матиме близько 8680 продажів, зростає до 9360 одиниць до 2030 року (приріст в 1,54%). Найамбітніший прогноз розроблено Українським інститутом майбутнього: він передбачає зростання кількості електромобілів та гібридів в Україні у 125 разів до 2030 року, що становитиме

близько 700 тисяч транспортних засобів, або приблизно 7% від загального парку [15].

Цей прогноз свідчить про потенційний перелом у структурі автопарку до кінця десятиліття – від збереження традиційної автомобілізації (із незначним зростанням або навіть скороченням традиційного сегменту) до значного розширення «зеленого» автотранспорту.

Отже, автомобілізація – це не лише соціально-технічний феномен, а багатовимірна система, що охоплює індустріальні, культурні, інституційні та екологічні виміри. Її вивчення вимагає міждисциплінарного підходу, адже автомобіль виступає одночасно засобом пересування, символом культури модерну та інфраструктурною основою сучасного суспільства.

1.4. Громадський транспорт як системоутворюючий елемент транспортної інфраструктури

Історичні особливості розвитку громадського транспорту можна подати як еволюційний процес, що тісно пов'язаний із загальним розвитком міст, промисловості та потреб населення в мобільності (рис. 1.6).

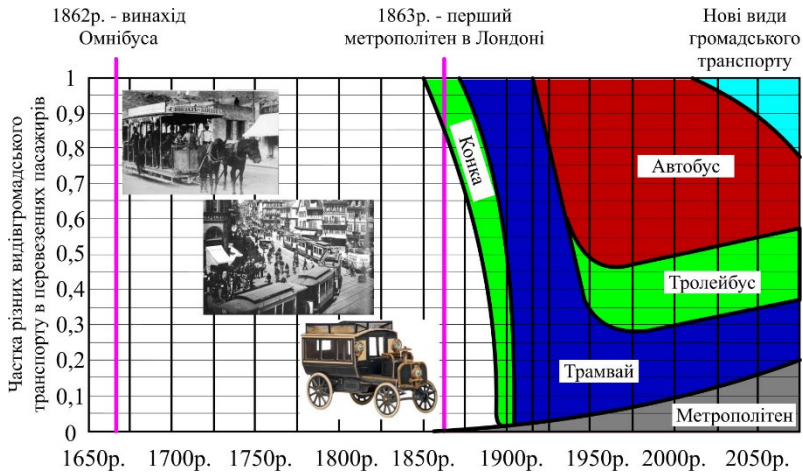


Рис. 1.6. Лінія часу розвитку громадського транспорту [16]

Перші форми громадського транспорту сягають давніх часів. У античних містах – Римі та Афінах – для перевезення пасажирів використовувалися гужові вози та човни. У середньовічних містах Європи перевезення здійснювалися переважно у приватному форматі, проте саме в цей період закладалися основи організації спільних подорожей, що згодом трансформувалося у системи громадського транспорту.

З розвитком міського середовища зростала потреба у впорядкованих перевезеннях. У XVII ст. у Парижі було започатковано омнібуси – багатомісні кінні екіпажі, що мали визначені маршрути та розклад руху. Подібні системи швидко поширилися в Лондоні, Відні, що стало важливим кроком у становленні громадського транспорту як соціально орієнтованої інфраструктури.

Період XIX ст. характеризується впровадженням нових технічних рішень. У міських перевезеннях активно використовувався кінний трамвай («конки»), що забезпечував вищу місткість у порівнянні з омнібусами. Згодом з'явився електричний трамвай (перший у Берліні у 1881 р., у Києві – у 1892 р.), який став революційним видом транспорту завдяки швидкості, надійності та зручності. У цей час розбудова залізничних мереж та поява парових потягів сприяли формуванню системи приміських і міжміських сполучень.

На початку XX ст. міський транспорт зазнав значного різноманіття. Поширюються автобуси з двигунами внутрішнього згоряння, що відзначалися гнучкістю у плануванні маршрутів. Водночас у великих містах світу активно будувалися метрополітени, які забезпечували високошвидкісне перевезення пасажирів (Лондон – 1863, Париж – 1900, Київ – 1960). Важливою віхою стало впровадження тролейбусів (перший у Німеччині 1901 р., у Києві – 1935 р.), які поєднали переваги електротяги та автобусної мобільності.

Після Другої світової війни відбулося стрімке зростання обсягів міських перевезень. Більшість великих міст почали розширювати мережі метро, створювалися нові автобусні парки, модернізувалися системи трамваїв і тролейбусів. У соціалістичних країнах громадський транспорт мав пріоритетне

значення, орієнтуючись на масове обслуговування населення. У країнах Заходу паралельно зростала автомобілізація, що спричинила необхідність реформування системи громадських перевезень для збереження її конкурентоспроможності.

У цей період з'являються нові моделі організації перевезень: швидкісний трамвай, автобусні швидкісні системи, які використовують виділені смуги руху. Удосконалюється система управління транспортом: запроваджуються електронні квитки, системи GPS-навігації та моніторингу руху. Значна увага приділяється питанням інклюзивності, зокрема створенню зручних умов для маломобільних груп населення.

Сучасний громадський транспорт орієнтований на принципи екологічності та сталого розвитку, важливою тенденцією є формування мультимодальних транспортних вузлів, які забезпечують ефективну інтеграцію різних видів транспорту в єдину систему міської мобільності.

Формування ринку транспортних послуг зумовлюється комплексом соціально-економічних, правових, інфраструктурних та технологічних чинників. Воно залежить від рівня розвитку економіки, урбанізації, обсягів виробництва та доходів населення, які визначають попит на перевезення. Водночас пропозиція формується на основі можливостей перевізників, їх технічного забезпечення, тарифної політики та якості обслуговування. Важливу роль відіграють нормативно-правове регулювання, розвиток транспортної інфраструктури, впровадження інноваційних технологій, а також конкурентне середовище, яке стимулює підвищення ефективності й сервісу. Значним чинником є державна політика та інвестиційна підтримка, зокрема щодо соціально важливих перевезень і міжнародної інтеграції. У підсумку ринок транспортних послуг постає як результат взаємодії попиту і пропозиції в умовах економічної, правової та інфраструктурної збалансованості.

Система міських пасажирських перевезень являє собою багатокомпонентну структуру, що включає суб'єкти управління, інфраструктуру, транспортні засоби, організацію процесу перевезень, пасажирів як кінцевих споживачів та інноваційні технології, які забезпечують ефективність і зручність

транспортного обслуговування (табл. 1.4). Громадський транспорт займає центральне місце в системі міської транспортної інфраструктури, оскільки він забезпечує щоденну мобільність більшості населення, формує структуру пасажирських потоків та визначає просторовий розвиток міста.

Таблиця 1.4

Порівняння класичної та сучасної організації міських
пасажирських перевезень

Критерій	Класична організація	Сучасна організація
1	2	3
Структура мережі	Радіально-кільцева, орієнтація на центр міста	Поліцентрична, мультимодальна, інтеграція з передмістям
Види транспорту	Автобус, тролейбус, трамвай, метро	Різноманіття: громадський транспорт + гнучкі сервіси, шеринговий транспорт, мікромобільність
Маршрутизація	Фіксовані маршрути та зупинки	Гнучкі маршрути, динамічна зміна залежно від попиту
Розклад руху	Жорстко фіксований графік, орієнтація на години «пік»	Чіткий інтервальний рух + за потребою + адаптація до реального пасажиропотоку
Управління	Централізоване диспетчерське управління	Інтелектуальні транспортні системи, великий обсяг даних, GPS-моніторинг, мобільні додатки
Тарифна система	Єдиний квиток або абонемент, оплата за поїздки	Транспортний сервіс як послуга, інтегровані електронні квитки, динамічне тарифоутворення
Інфраструктура	Стаціонарні елементи: депо, колії, контактні мережі, зупинки	Смарт-зупинки, транспортні хаби, зарядні станції для електротранспорту, виділені смуги

продовження табл. 1.4

1	2	3
Орієнтація на пасажирів	Масові перевезення, низька гнучкість	Індивідуалізація сервісів, зручність пересадок, інтеграція з пішохідною та велосипедною інфраструктурою
Екологічність	Обмежене використання екологічного транспорту (переважно дизельні автобуси)	Пріоритет «зеленого» транспорту: електробуси, водневий транспорт, низьковуглецеві технології
Рівень інноваційності	Традиційні підходи, обмежені зміни	Високий рівень цифровізації, мобільні додатки, реальний час, розумна мобільність

Ключовою ланкою у системі міських пасажирських перевезень виступають перевізники (надавачі послуг) громадського транспорту – це суб'єкти господарювання (державні, комунальні або приватні), що здійснюють пасажирські перевезення відповідно до чинного законодавства та умов договорів з органами влади або замовниками послуг (табл. 1.5).

Державні перевізники – це транспортні підприємства, які перебувають у власності держави та працюють відповідно до загальнонаціональної політики мобільності. Вони виконують переважно соціально значимі функції, зокрема обслуговування маршрутів із низьким пасажиропотоком та перевезення пільгових категорій населення. Головною перевагою державних перевізників є стабільність та орієнтація на суспільні потреби, проте часто вони стикаються з проблемами низької ефективності та надмірної бюрократизації.

Комунальні перевізники є власністю територіальних громад і підпорядковуються органам місцевого самоврядування, забезпечуючи функціонування базової міської транспортної мережі (автобуси, трамваї, тролейбуси). Їх діяльність має соціальну спрямованість, однак обмежене фінансування та

управлінська залежність стримують оновлення рухомого складу й підвищення якості послуг.

Таблиця 1.5

Класифікація перевізників (надавачів послуг)
громадського транспорту

Форми організації	Основні характеристики	Переваги	Недоліки
Категорія перевізника: державні			
Державні підприємства, обласні (регіональні) транспортні компанії	Повністю підконтрольні державі, працюють у межах державної політики мобільності	Стабільність, соціальна орієнтація, охоплення малоприбуткових маршрутів	Низька гнучкість, бюрократія, часто низька ефективність
Категорія перевізника: комунальні			
Міські тролейбусні депо, трамвайні управління, муніципальні автобусні парки	Власність місцевої громади, підпорядковані органам місцевого самоврядування	Забезпечують базову мережу, орієнтація на соціальні потреби	Обмежене фінансування, залежність від рішень місцевої влади
Категорія перевізника: приватні			
Приватні підприємства, маршрутні таксі, транспортні компанії	Діють за ліцензіями та договорами з органами влади, головна мета – прибуток	Гнучкість, оперативність, швидке реагування на попит, оновлення парку	Орієнтація на прибуткові маршрути, ризики зниження якості та безпеки
Категорія перевізника: змішані (партнерські)			
Державно-приватні партнерства, спілки, спільні підприємства	Поєднання ресурсів держави/громади та приватного бізнесу	Баланс соціальних інтересів та ефективності, інноваційність	Складність узгодження інтересів, потреба в чіткій системі контролю

Приватні перевізники – це комерційні структури, які здійснюють перевезення на підставі ліцензій або договорів із місцевою владою. Їх головною метою є прибутковість, тому вони здатні швидко реагувати на зміни попиту, оперативно змінювати маршрути та оновлювати парк транспортних засобів. Водночас орієнтація лише на вигідні напрями може призводити до ігнорування соціально необхідних маршрутів та ризику зниження стандартів якості й безпеки.

Змішані перевізники (державно-приватні партнерства) – це форма співпраці, коли транспортні послуги надаються спільними підприємствами або в рамках концесійних угод. Поєднання ресурсів держави чи громади з приватними інвестиціями дозволяє збалансувати соціальну спрямованість і високу ефективність роботи. Проте складність узгодження інтересів між державними та приватними сторонами потребує ефективних механізмів контролю та управління.

Практика багатьох країн, зокрема тих, що розвиваються (серед них і Україна), показує, що приватні структури нерідко демонструють більшу оперативність, гнучкість і здатність адаптуватися до змін у попиті, ніж державні підприємства. Це пояснюється їх зацікавленістю у зниженні витрат, оптимізації маршрутної мережі та впровадженні нових підходів до організації сервісу. Саме тому, як зазначає науковець Хіроюкі Ісекі, у світовій практиці спостерігається тенденція до поширення приватних перевізників у різних формах організаційних структур як найбільш ефективних та конкурентоспроможних [17].

Питання вибору оптимальної моделі організаційної структури громадського транспорту полягає у пошуку балансу між економічною ефективністю приватних операторів і соціальною спрямованістю державного контролю. Подальший розвиток громадського транспорту зосереджуватиметься на покращенні якості послуг, ефективності організації перевезень та модернізації інфраструктури. Особливого значення набуде інтеграція інформаційних технологій у транспортну систему, що дозволить підвищити доступність та зручність користування для

різних категорій населення, а також безкоштовних автобусних систем [18].

Науковець Тодд Літман виокремлює низку базових категорій, що визначають якість функціонування громадського транспорту. До них належать: зручність (доступність зупинок і продуманість маршрутів), комфорт (стан рухомого складу та умов у салоні), швидкість (частота руху й мінімізація затримок), надійність (дотримання графіка), безпека (фізичний захист і відчуття захищеності), доступність (охоплення об'єктів та врахування потреб різних груп пасажирів), а також вартість (рівень тарифів і фінансова доступність поїздок) [19].

Місце громадського транспорту в інфраструктурі міста постійно зростає завдяки впровадженню інновацій: електробусів, систем «розумних зупинок», електронних квитків, мобільних додатків для відстеження руху. Він перетворюється з традиційного «засобу перевезення» у комплексний елемент міської мобільності. Важливим напрямом є розвиток екологічно чистого транспорту – електробусів, тролейбусів з автономним ходом, водневого транспорту. Водночас відбувається інтеграція громадського транспорту з іншими видами мобільності: велосипедною інфраструктурою, сервісами спільного використання автомобілів та індивідуальними засобами пересування.

В загальному громадський транспорт – це система перевезення пасажирів, що включає різні види транспорту і надає послуги з перевезення широкого кола людей різного соціального статусу і групи. Це визначення базується на концепції доступу без права власності, визнаючи різноманітність транспортних послуг, які забезпечують мобільність без потреби у приватному транспорті [20]. У міських перевезеннях застосовується кілька основних видів громадського транспорту, які відрізняються за місткістю, швидкістю, інфраструктурними вимогами та рівнем комфорту (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Коротка характеристика застосування громадського транспорту
для міських пасажирських перевезень

Швидкість пересування	Провізна здатність	Гнучкість використання	Особливості
Трамвай			
Середня	Висока	Низька (прив'язаний до колії)	Екологічний, ефективний для масових перевезень
Метрополітен			
Висока	Дуже висока	Низька (стаціонарна інфраструктура)	Швидкісний транспорт у мегаполісах, вимагає значних інвестицій
Легкорейковий транспорт			
Вища за трамвай	Висока	Середня	Поєднує риси трамваю та метро, сучасні системи
Автобус			
Середня	Середня- висока	Висока (може змінювати маршрути)	Найпоширеніший вид транспорту, доступний для різних районів
Тролейбус			
Середня	Середня	Середня (залежить від мережі)	Екологічний, дешевший за метро і трамвай
Маршрутне таксі (мікроавтобус)			
Середня- висока	Низька- середня	Дуже висока	Гнучкий, швидкий, зручний для коротких і середніх відстаней
Монорейка			
Висока	Висока	Низька	Сучасний, інноваційний вид транспорту для мегаполісів
Трамвай			
Середня	Висока	Низька (прив'язаний до колії)	Екологічний, ефективний для масових перевезень

Колісний міський транспорт представлений автобусами, тролейбусами та маршрутними таксі. Автобуси є

найпоширенішим видом, оскільки здатні працювати як у центральних районах міста, так і на периферії. Тролейбуси вирізняються екологічною чистотою та низькими експлуатаційними витратами, проте вимагають контактної мережі. Маршрутні таксі (мікроавтобуси) забезпечують швидке та гнучке перевезення пасажирів, особливо там, де інші види транспорту менш ефективні.

Рейковий міський транспорт включає трамвай, метрополітен та легкорейкові системи. Трамвай є традиційним видом транспорту, що має велику провізну здатність та екологічність, підходить для перевезення значних пасажиропотоків на середні відстані. Метрополітен використовується у великих містах і забезпечує швидкісне сполучення між густонаселеними районами. Легкорейковий транспорт поєднує в собі риси трамваю та метро, відзначається більшою швидкістю й гнучкістю у використанні.

Додаткові види міського транспорту застосовуються залежно від особливостей міста. Монорейкові системи використовуються як альтернатива метро або трамваю, особливо у мегаполісах. Канатні дороги та фунікулери доцільні у містах із складним рельєфом або виконують туристично-транспортні функції.

Громадський транспорт є важливим чинником інклюзивності, безпеки та сталого розвитку міст. Він забезпечує доступ до ринку праці, освіти, охорони здоров'я та послуг, виступаючи інструментом соціальної інтеграції та економічного зростання [21].

Тарифна політика у громадському транспорті формується з урахуванням економічних, соціальних і політичних факторів, рівня субсидування та типів транспорту. Її мета – баланс між доступністю для населення та фінансовою стійкістю системи.

Попит на громадський транспорт характеризується низькою чутливістю до зміни тарифів: еластичність становить 0,3–0,4. Зниження вартості проїзду на 10% підвищує пасажиропотік приблизно на 3%, причому вплив зростає зі збільшенням відстані [22].

Понад 60% домогосподарств витрачають у середньому 20% доходу на транспорт. Використання приватного транспорту збільшує ці витрати у кілька разів, що робить громадський транспорт економічно доцільнішим [21].

Отже, громадський транспорт у структурі міської транспортної інфраструктури виступає не лише інструментом задоволення попиту на пересування, але й ключовим чинником сталого розвитку міст, підвищення якості життя та конкурентоспроможності міських територій.

1.5.

Роль зупинок громадського транспорту в розвитку міської транспортної інфраструктури

Міська транспортна інфраструктура є основою ефективного функціонування сучасного міста, забезпечуючи мобільність населення, соціальну доступність та економічний розвиток території. У цій системі особливе місце належить зупинкам громадського транспорту, які виконують роль вузлових елементів організації пасажиропотоків і водночас формують якість транспортного обслуговування. Від розташування, облаштування та функціональної відповідності зупинок залежать зручність користування транспортом, рівень безпеки та привабливість громадського транспорту для населення.

У Законі України «Про автомобільний транспорт» закріплено основні принципи організації та функціонування автомобільного транспорту, у якому наведено й визначення поняття зупинка. Згідно з ним, зупинка трактується як «спеціально обладнаний пункт для очікування автобуса та посадки і висадки пасажирів» [23]. У документі також зазначається, що для забезпечення короточасного перебування пасажирів на зупинках застосовується спеціальна споруда – павільйон, який виконує захисну та організаційну функцію.

Додатково у галузевій будівельній нормі ГБН В.2.3-37641918-550:2018 «Зупинки маршрутного транспорту. Загальні вимоги проектування» уточнено базові поняття, зокрема наведено визначення терміну посадковий майданчик. Він визначається як «майданчик із твердим покриттям, призначений

для очікування, посадки та висадки пасажирів маршрутного транспорту» [24]. Таким чином, у нормативно-правовій базі України зупинка розглядається не лише як функціональний пункт зупинки транспортного засобу, але і як комплексна інфраструктурна одиниця, що поєднує елементи благоустрою, безпеки та зручності для пасажирів.

Зазначені визначення підкреслюють, що зупинка громадського транспорту повинна розглядатися як важливий просторово-організаційний елемент міського середовища, який формує умови транспортного обслуговування та безпосередньо впливає на якість пасажирських перевезень. При цьому нормативні документи акцентують увагу на необхідності комплексного підходу до облаштування зупинок, включаючи вимоги до покриття, функціональних споруд та умов комфорту для населення.

Зупинки громадського транспорту є невід’ємними елементами транспортної інфраструктури міста, і їхня класифікація здійснюється за низкою ознак, що відображають функціональне призначення, конструктивні особливості та умови експлуатації (додаток В, рис. В.1). Для багатьох мешканців і гостей саме зупинка стає точкою входу у транспортну систему, а отже – своєрідною «візитівкою», що відображає рівень розвитку, організованості та турботи про комфорт людей.

Облаштування зупинок (посадочних майданчиків) регламентується нормативними документами та передбачає створення умов для комфортного очікування, посадки й висадки, а також безперешкодного руху транспортних засобів.

Посадковий майданчик виконує роль безпосереднього простору взаємодії пасажира з транспортом (рис. 1.7). Він має бути обладнаний твердим покриттям, достатньою площею для розміщення пасажиропотоку, а також забезпечувати зручний і безпечний підхід із боку тротуарів або пішохідних переходів. Важливим елементом є доступність для маломобільних груп населення: зниження бордюрів, наявність тактильної плитки, пандусів або спеціальних під’їздів.

сміттєві урни та навіть зелені насадження для поліпшення мікроклімату.

Додаткові елементи облаштування зупинок охоплюють дорожні знаки, розмітку, спеціальні кишені або заїзні «кармани» для автобусів і тролейбусів, що підвищують безпеку руху. У місцях із високим пасажиропотоком облаштовуються огороження, направляючі бар'єри чи платформи, які спрямовують рух пасажирів і мінімізують ризик потрапляння на проїзну частину.

Сучасні зупинки громадського транспорту мають відповідати комплексним вимогам, які спрямовані на створення комфортних і безпечних умов для пасажирів. Основними критеріями облаштування є забезпечення комфорту під час очікування транспорту, безпеки посадки та висадки, доступності для всіх категорій населення, а також наявність належного інформаційного забезпечення (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Основні критерії облаштування та функціонування зупинок громадського транспорту

У комплексі правильно спроектовані зупинки та посадкові майданчики виконують не лише утилітарну, а й соціальну функцію – вони підвищують привабливість громадського транспорту, сприяють зручності користування ним і формують позитивний імідж міського середовища.

Сучасні зупинки дедалі більше виходять за межі функції «місця очікування транспорту». Вони трансформуються у багатофункціональні простори, що поєднують інформаційну,

комунікаційну, навігаційну та соціальну роль. Наявність електронних табло з розкладом руху, інформаційних стендів, засобів навігації для туристів, облаштованих місць для людей з інвалідністю або велопарковок підвищує якість перебування пасажирів та позитивно впливає на загальне сприйняття міста.

Архітектурне та дизайнерське вирішення зупинок також має символічне значення. Естетично привабливі, сучасні за стилем та гармонійно інтегровані в міський ландшафт зупинки стають елементами міського бренду, формуючи впізнаваність і культурну ідентичність простору. Навпаки, занедбані, некомфортні або хаотично розташовані зупинки створюють відчуття безсистемності та знижують рівень довіри до громадського транспорту.

Крім функціональних аспектів, розташування зупинок повинно враховувати і урбаністичні чинники. Йдеться про гармонійне поєднання з архітектурним середовищем, врахування щільності забудови, мінімізацію шумового та екологічного навантаження. Сучасні підходи передбачають інтеграцію зелених насаджень і створення комфортного громадського простору навколо зупинок. Європейська практика показує, що зупинки можуть перетворюватися на символи сучасного міста, функціонально поєднуючи утилітарність із естетикою, екологічністю та культурною унікальністю (табл. 1.7).

Розташування зупинок громадського транспорту є важливим чинником у забезпеченні ефективного функціонування міської транспортної системи. Від правильності їхнього розміщення залежить комфорт і доступність перевезень для населення, а також організація пасажиропотоків і безпека дорожнього руху. Зупинки повинні розташовуватися таким чином, щоб пасажирів мали можливість швидко й безпечно дістатися до них пішки, при цьому забезпечуючи оптимальний баланс між частотою зупинок і швидкістю пересування транспорту.

Одним із ключових критеріїв розміщення є доступність для пасажирів. Оптимальна відстань між зупинками визначається щільністю забудови та інтенсивністю пасажиропотоків: у центральних районах міста вона становить 300–400 метрів, на

магістральних вулицях – 500–700 метрів, а у приміських зонах може перевищувати 1 кілометр. При цьому враховується наближеність житлових масивів, громадських установ, торговельних центрів та інших об'єктів, що генерують значні пасажирські потоки.

Таблиця 1.7

Функції зупинок громадського транспорту в європейських міста

Інформаційна функція	Соціальна функція	Екологічна функція	Туристична / культурна функція
Відень (Австрія)			
Електронні табло з розкладом, навігація	Інклюзивність (пандуси, тактильні елементи)	Інтеграція з пішохідною та велосипедною інфраструктурою	Формування образу міста як «зручного для всіх»
Копенгаген (Данія)			
Інтерактивні інформаційні панелі	Простір для комунікації, велопарковки	«Зелені дахи», зменшення теплового ефекту	Символ сталого розвитку та екологічної свідомості
Варшава (Польща)			
Табло з прогнозом прибуття, QR-коди, мобільні додатки	Місця очікування з підзарядкою гаджетів	Використання сучасних матеріалів	Акцент на цифровізації міського середовища
Барселона (Іспанія)			
Інформаційні стенди для туристів	Інтеграція з місцевою громадською інфраструктурою	Поєднання з велосипедними станціями	Архітектурний дизайн у стилі модернізму
Гельсінкі (Фінляндія)			
Світлові табло з графіками руху	Захищені та обігріті павільйони	Енергоефективні технології, адаптація до клімату	Відображення ідентичності міста у північних умовах

Не менш важливою є безпека розташування зупинок. Вибір місця повинен враховувати наявність пішохідних переходів, достатню видимість для водіїв і пасажирів, а також мінімізацію потенційних конфліктів із транспортними потоками. Часто застосовуються спеціальні заїзні «кармани» або виділені смуги для зупинки автобусів і тролейбусів, що дозволяє уникати заторів і підвищувати рівень безпеки.

Важливо також забезпечити інтеграцію зупинок із іншими видами транспорту. У місцях інтенсивного пасажиропотоку вони розташовуються поруч із пересадковими вузлами – станціями метро, залізничними платформами, трамвайними зупинками чи велоінфраструктурою. Все більшого значення набувають також паркінги типу «перехоплювальні автостоянки», що поєднують індивідуальний та громадський транспорт [25].

Розташування зупинок громадського транспорту на вулично-дорожній мережі має безпосередній вплив на організацію руху та зручність користування транспортом. Вибір конкретної схеми залежить від категорії вулиці, інтенсивності транспортних потоків, щільності забудови та особливостей пасажиропотоку. Правильно обрана схема дозволяє забезпечити баланс між швидкістю руху транспорту, безпекою пасажирів та комфортом очікування (додаток В, табл. В.2).

Найпростішим варіантом є прямолінійне розташування зупинок уздовж тротуару або безпосередньо на проїжджій частині. Такий тип забезпечує швидку посадку і висадку пасажирів, проте може створювати затримки в загальному транспортному потоці, оскільки під час зупинки автобус займає смугу руху.

На вулицях із високою інтенсивністю руху доцільно облаштовувати заїзні «кармани». У цьому випадку транспортний засіб зупиняється поза основним потоком, що підвищує безпеку та знижує ризик виникнення заторів. Водночас виїзд із «кармана» потребує додаткової уваги від водія і може призводити до затримок під час повернення в потік.

Острівні зупинки зазвичай застосовуються для трамваїв або систем швидкісного автобусного транспорту. Вони розташовуються на роздільних смугах або острівцях посередині

проїзної частини. Пасажири дістаються до них через пішохідні переходи чи підземні та надземні переходи. Такі зупинки дозволяють ефективно організувати рух громадського транспорту, але потребують спеціальних заходів безпеки.

У містях із великим пасажиропотоком застосовують бічні (винесені) зупинки. Вони розташовуються на відокремлених ділянках від основної проїжджої частини та забезпечують простір для накопичення пасажирів, очікування транспорту та його маневрування. Їх можна побачити біля вокзалів, автостанцій, торговельних центрів або інших вузлів.

У складних умовах транспортних розв'язок або пересадкових вузлів використовуються комбіновані рішення. Це можуть бути поєднання зупинок у «карманах» з острівними майданчиками або спеціально облаштованими терміналами. Такі схеми дозволяють організувати пересадки між різними видами транспорту та забезпечити зручний і безпечний рух пасажирів.

Попри очевидну значущість, сучасні міста України стикаються з низкою проблем у сфері зупинкової інфраструктури. До них належать нерівномірність розміщення зупинок, відсутність належного обладнання для комфортного очікування пасажирів, неврахування потреб маломобільних груп населення, а також недостатня інтеграція зупинок у загальну систему міської мобільності. У результаті це призводить до зниження ефективності роботи транспортної мережі, збільшення заторів та зменшення частки використання громадського транспорту на користь приватних автомобілів.

Перспективи розвитку зупинкової інфраструктури пов'язані з упровадженням комплексного підходу до планування, що передбачає застосування інтелектуальних транспортних систем, інтеграцію зупинок із велосипедною та пішохідною інфраструктурою, створення багатофункціональних транспортно-пересадкових вузлів. Важливим завданням є також адаптація зупинок до екологічних викликів та підвищення їхньої ролі у формуванні сталого міського середовища.

Отже, зупинки громадського транспорту можна розглядати не лише як інженерні об'єкти, а як важливий соціально-просторовий та іміджевий ресурс міста. Вони поєднують

утилітарну функцію транспортного вузла з культурною місією, адже від їхнього стану та якості залежить не тільки ефективність пересування, а й загальне враження про сучасність, комфортність і гостинність міського середовища.

1.6. Безпечність дорожньої інфраструктури

Організація дорожнього руху у містах стикається з комплексом взаємопов'язаних проблем, зумовлених зростанням рівня автомобілізації, обмеженою пропускнуою спроможністю вулично-дорожньої мережі та невідповідністю традиційних планувальних рішень сучасним потребам мобільності, що проявляється у перевантаженні як магістральних напрямків, так і місцевих вулиць, нерівномірному просторово-часовому розподілі транспортних потоків, недостатній інтеграції громадського транспорту, дефіциті паркувального простору, незадовільному технічному стані інфраструктури, унаслідок чого знижується рівень безпеки дорожнього руху, ефективність функціонування транспортної системи, швидкість пересування та загальний комфорт міських поїздок, а також посилюється негативний екологічний вплив (додаток Г).

Безпечність дорожньої інфраструктури – це комплексна характеристика транспортної мережі, яка визначає рівень захищеності всіх учасників дорожнього руху (водіїв, пасажирів, пішоходів, велосипедистів) від аварій, травматизму та загибелі внаслідок дорожньо-транспортних пригод. Безпечність дорожньої інфраструктури – це не лише технічний або інженерний аспект, а багатовимірне явище, що включає правові, соціальні, економічні та екологічні та інші складові (рис. 1.9).

Безпечність дорожньої інфраструктури значною мірою визначається її технічними параметрами. Якісне дорожнє покриття забезпечує передбачувану траєкторію руху. Велике значення мають правильна геометрія доріг, радіуси поворотів, ухили та оглядовість. До ключових елементів безпеки належать розв'язки, перехрестя, автобусні зупинки, велосипедні доріжки, пішохідні переходи та острівці безпеки, а також дорожні бар'єри, відбійники й шумозахисні екрани, що мінімізують наслідки ДТП.



Рис. 1.9. Складові безпеки дорожньої інфраструктури

Раціональна організація руху є фундаментом безпечного функціонування транспортної системи. Вона передбачає оптимальне розташування дорожніх знаків, їхню зрозумілість та відповідність стандартам. Розмітка повинна бути чіткою та видимою за будь-яких погодних умов, що знижує ризик помилок водіїв. Світлофорне регулювання має враховувати інтенсивність руху, створювати комфортні умови для пішоходів і велосипедистів. Важливо забезпечити контроль швидкісних режимів, особливо в межах населених пунктів, шкіл та лікарень. Ефективна організація руху сприяє зменшенню конфліктних точок і рівня аварійності [26–27].

Сучасна безпечна інфраструктура неможлива без застосування інтелектуальних технологій [28–31]. Камери відеоспостереження та системи автоматичної фіксації порушень дисциплінують водіїв, знижуючи кількість випадків перевищення швидкості та проїзду на заборонений сигнал. Інтелектуальні транспортні системи дозволяють адаптивно керувати рухом, підлаштовуючи режими світлофорів під актуальний трафік. Датчики транспортного потоку з системами оперативного сповіщення про аварії або затори дають можливість своєчасно реагувати на небезпечні ситуації та мінімізувати їхні наслідки.

Навіть найсучасніша інфраструктура потребує регулярного утримання. Своєчасне прибирання доріг, усунення дефектів покриття та організація зимового утримання мають безпосередній вплив на рівень безпеки. Важливим фактором є якісне освітлення в темний час доби, адже воно зменшує кількість аварій із пішоходами. Також до експлуатаційних заходів належить оперативне інформування учасників руху про ремонтні роботи, обмеження швидкості чи складні погодні умови. Таким чином, належне технічне обслуговування інфраструктури гарантує її ефективне функціонування [32].

Будь-яка дорожня система створюється для людей, тому важливо враховувати поведінкові особливості водіїв і пішоходів. Інфраструктура має бути інтуїтивно зрозумілою та ергономічною: логічне розташування знаків, зрозумілі розв'язки, доступність переходів і тротуарів. Концепція «дорожньої

безпеки, орієнтованої на людину» передбачає, що інженерні рішення повинні мінімізувати наслідки помилки людини. Наприклад, острівці безпеки дозволяють пішоходам переходити дорогу частинами, а кільцеві перехрестя знижують швидкість транспорту і, відповідно, тяжкість можливих аварій.

Безпека дорожньої інфраструктури значною мірою залежить від якості законодавчої та нормативної бази. Чітко визначені державні стандарти щодо проектування, будівництва та експлуатації доріг забезпечують єдиний рівень безпеки на національному рівні. До цього належать стандарти розмітки, вимоги до дорожніх знаків, технічні норми облаштування перехресть і пішохідних переходів. Важливу роль відіграє контроль за дотриманням цих норм та відповідальність за їхнє порушення.

Безпечність інфраструктури має тісний зв'язок із екологічними умовами. Наявність зелених насаджень уздовж доріг може знижувати рівень шуму та відблисків фар, що сприяє зменшенню втоми водіїв. Використання сучасних екологічних матеріалів для будівництва та утримання доріг, а також впровадження заходів зі зменшення викидів від транспорту формують більш комфортне та безпечне середовище.

Інфраструктура повинна враховувати інтереси всіх учасників руху, у тому числі маломобільних груп населення: людей з інвалідністю, дітей, людей похилого віку. Облаштування понижених бордюрів, пандусів, звукових світлофорів і тактильної плитки є обов'язковими для створення справді безпечної транспортної системи. Соціально орієнтована інфраструктура зменшує ризик дорожнього травматизму серед найбільш вразливих груп.

Безпечність інфраструктури неможлива без належного інформування та навчання населення. Освітні програми з безпеки дорожнього руху, інтерактивні карти з позначенням небезпечних ділянок, мобільні додатки для прогнозування дорожньої ситуації – все це підвищує рівень обізнаності учасників руху. Важливим є поєднання фізичних елементів інфраструктури з інформаційною підтримкою.

Фінансування є базою для підтримання належного рівня безпеки. Недостатнє інвестування в утримання та модернізацію доріг призводить до зростання аварійності та економічних втрат. Оцінка вартості людських життів і матеріальних збитків від ДТП доводить доцільність вкладень у безпеку дорожньої інфраструктури, адже профілактика завжди дешевша за ліквідацію наслідків.

Важливо розглядати як додаткові рівні до базових технічних і нормативних елементів безпеки, які розширюють аналіз від інженерії до психології, соціології та цифрових технологій. Кожен аспект відкриває окремий напрям дослідження, але разом вони формують комплексне бачення безпечності дорожньої інфраструктури (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

Заходи впливу на посилення безпечності дорожньої інфраструктури

Додаткові рівні	Загальна характеристика	Очікуваний ефект для безпеки
1	2	3
Психологія сприйняття інфраструктури	Досліджує, як учасники руху сприймають дорожні знаки, розмітку, світлофори та геометрію дороги	Зменшення помилок через зрозумілий і логічний дизайн середовища
Аналіз проблемних ділянок «чорних точок»	Виявлення аварійно небезпечних ділянок та усунення причин підвищеної аварійності	Зниження кількості ДТП на проблемних відрізках
Інноваційні матеріали та технології	Використання шумових смуг, світлової розмітки, «розумних» бар'єрів, адаптивних світлофорів	Підвищення надійності та інформативності дорожньої інфраструктури
Мікромобільність і нові види транспорту	Інтеграція електросамокатів, велосипедів та інших засобів у загальну систему	Зменшення конфліктів між різними видами транспорту та пішоходами

продовження табл. 1.8

1	2	3
Кліматичні та природні ризики	Вплив туману, дощу, ожеледиці та глобальних змін клімату на безпеку	Підвищення стійкості інфраструктури до погодних умов
Поведінка в надзвичайних ситуаціях	Аналіз готовності доріг, мостів, тунелів до аварій і катастроф	Зменшення людських втрат у кризових ситуаціях
Інтеграція з громадським транспортом	Вплив виділених смуг і трамвайної інфраструктури на безпеку руху	Оптимізація трафіку й підвищення захищеності пасажирів
Гендерний і віковий вимір безпеки	Урахування потреб дітей, літніх людей, маломобільних груп	Формування інклюзивної та безпечної інфраструктури
Цифрові двійники дорожньої мережі	Використання цифрових моделей для прогнозування аварійності	Прийняття ефективних рішень до їхнього впровадження
Культура дорожнього середовища	Соціальна взаємодія, освітні програми, інформаційні кампанії	Формування культури поваги та відповідальності на дорозі

Психологія сприйняття інфраструктури вивчає, як водії, пішоходи та інші учасники руху сприймають дорожнє середовище. Дизайн дороги має бути інтуїтивно зрозумілим: чітка розмітка, логіка розміщення знаків, належне освітлення та зручні переходи. Якщо інфраструктура відповідає психофізіологічним особливостям людини, ймовірність помилкових рішень і ДТП суттєво зменшується.

Аварійно небезпечні ділянки доріг формуються там, де інфраструктура або організація руху створює ризики для учасників. Аналіз таких ділянок включає збір статистики ДТП, визначення причин небезпеки та розробку заходів: перебудова перехресть, додаткове освітлення, обмеження швидкості. Систематичне усунення таких зон суттєво знижує аварійність.

Сучасна дорожня інфраструктура активно використовує нові рішення: світловідбивна розмітка, шумові смуги, «розумні» світлофори, енергопоглинаючі бар'єри. Такі технології підвищують видимість, покращують орієнтацію та забезпечують додатковий рівень захисту учасників руху. Це напрям, що поєднує інженерію, ІТ та безпеку.

З поширенням електросамокатів, гіробордів та велосипедів виникає потреба інтегрувати їх у міську транспортну систему. Виділені смуги, безпечні велосипедні доріжки, стоянки та регулювання руху допомагають зменшити конфлікти з автомобілями та пішоходами. Це створює баланс між мобільністю та безпекою в сучасних містах.

Організація руху громадського транспорту безпосередньо впливає на загальну безпеку. Виділені смуги, безпечні зупинки, розділення транспортних потоків знижують ризик аварій. Правильна інтеграція дозволяє уникнути конфліктів між автобусами, трамваями, приватним транспортом і пішоходами.

Безпечна інфраструктура має враховувати потреби різних груп населення – дітей, людей похилого віку, жінок і маломобільних осіб. Це передбачає облаштування пандусів, ліфтів, понижених бордюрів, освітлених переходів, а також створення безпечних зон очікування. Такий підхід формує інклюзивне міське середовище.

Сучасні ІТ-рішення дозволяють створювати цифрові моделі (двійники) доріг і транспортних систем. Це допомагає моделювати сценарії руху, прогнозувати аварійність, перевіряти ефективність рішень до їхнього впровадження. Такий підхід знижує ризики і дозволяє приймати обґрунтовані інженерні рішення [33].

Отже, безпечність дорожньої інфраструктури забезпечується комплексом технічних, організаційних, цифрових та соціальних рішень. Лише інтегрований підхід гарантує створення транспортного середовища, яке є комфортним і безпечним для всіх учасників руху.



● — РОЗДІЛ II — МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ КОМПЛЕКСНОГО ІНФРАСТРУКТУРНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

2.1. | Методика оцінки транспортних і пішохідних потоків з урахуванням інфраструктурних характеристик

Оцінювання параметрів транспортного потоку є ключовим елементом аналізу ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі та планування заходів із підвищення пропускної спроможності, безпеки руху та якості транспортного обслуговування населення. Методика оцінки ґрунтується на системному підході, який передбачає комплексне врахування характеристик потоку, умов дорожнього руху, типологічних особливостей транспортних засобів та інфраструктурних обмежень [34–36].

У сучасній транспортній науці оцінювання транспортного потоку проводять за групами показників, що відображають інтенсивність, швидкість, склад, просторово-часову структуру та стабільність його формування (рис. 2.1). Сукупність цих характеристик дозволяє не лише визначити поточний стан функціонування дорожньої мережі, а й спрогнозувати розвиток транспортної ситуації в умовах зміни попиту, організаційних рішень або конструктивних параметрів дороги.

Для комплексної оцінки транспортного потоку застосовується система показників, які умовно поділяють на первинні (безпосередньо вимірювані) та похідні (розрахункові).



Рис. 2.1. Основні показники транспортного потоку

Інтенсивність транспортного потоку Q характеризує кількість транспортних засобів, що проходять певну ділянку дороги за одиницю часу (годину, хвилину)

$$Q = \frac{N}{t}, \text{ авто/год,} \quad (2.1)$$

де N – кількість транспортних засобів;

t – тривалість спостереження, год.

Показник дозволяє оцінити навантаження на дорожню мережу, встановити рівень використання пропускної спроможності смуги руху та визначити пікові інтервали.

Під час аналізу транспортного потоку важливо враховувати різноманітність рухомого складу, що його формує. Кожен тип транспортних засобів має свою частку в загальній структурі потоку, яка визначається їх відносною кількістю. Структурний склад потоку дозволяє встановити специфічні особливості регіону, оскільки співвідношення легкових автомобілів, вантажного транспорту, автобусів чи спеціалізованих машин відображає характер місцевої мобільності, економічної діяльності та функціонального призначення транспортної

мережі. Такий підхід дає змогу глибше зрозуміти умови формування попиту на перевезення та виявити інфраструктурні й організаційні чинники, що впливають на динаміку руху [37].

Показник інтенсивності Q_i дає змогу кількісно оцінити частоту проходження транспортних засобів кожного окремого типу через контрольний переріз дороги

$$Q_i = \frac{N_i}{t}, \text{ авто/год}, \quad (2.2)$$

де N_i – кількість транспортних засобів відповідної категорії, зафіксованих за період спостереження;

t – тривалість спостереження, год.

Його застосування дозволяє проводити структурний аналіз потоку, визначати внесок кожної категорії у загальне навантаження та надалі використовувати отримані дані для розрахунку приведеної інтенсивності, пропускної спроможності або моделювання транспортних процесів.

Інтенсивність транспортного потоку в приведених одиницях Q_{np} враховує не лише їхню кількість у потоці, але й специфічний вплив на формування режимів руху

$$Q_{np} = \sum_{i=1}^m (Q_i \cdot f_i), \text{ авто/год}, \quad (2.3)$$

де Q_i – інтенсивність i -го типу транспортних засобів;

f_i – коефіцієнт приведення транспортних засобів до легкового автомобіля (рис. 2.2).

Інтенсивність транспортного потоку $Q_{np}^{\text{доб}}$ характеризує загальну кількість транспортних засобів певного типу, що проходять через контрольну ділянку протягом доби

$$Q_{np}^{\text{доб}} = \frac{Q_{np} \cdot 100}{k_{\text{доб}}}, \text{ авто/год}, \quad (2.4)$$

де $k_{\text{доб}}$ – середнє відсоткове співвідношення добової інтенсивності руху до погодинної під час виконання обстежень, %.

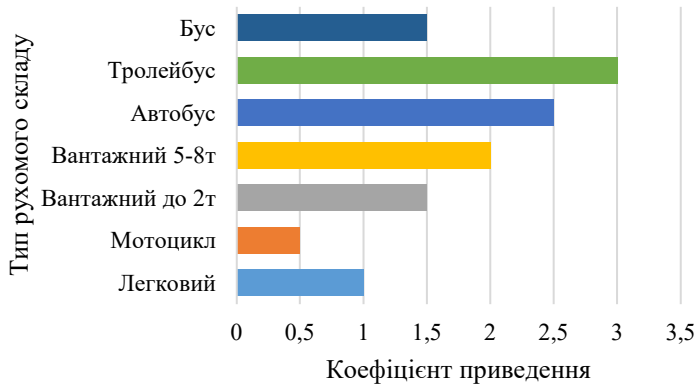


Рис. 2.2. Коефіцієнт приведення різних типів транспортних засобів до легкового автомобіля (згідно ДБН В.2.3-4:2015 [38])

Швидкість визначає динаміку переміщення транспортних засобів. Вона оцінюється як миттєва, середня технічна або середня експлуатаційна. Аналіз швидкості дозволяє виявити рівень обмежень, спричинених інфраструктурою, інтенсивністю або дорожніми умовами.

Середня арифметична швидкість $V_{\text{сер}}$ транспортного потоку

$$V_{\text{сер}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k V_i, \text{ км/год.} \quad (2.5)$$

Середня гармонічна швидкість $V_{\text{гар}}$ (застосовується при визначенні швидкості в умовах неоднорідного потоку)

$$V_{\text{гар}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i}}, \text{ км/год.} \quad (2.6)$$

Щільність транспортного потоку k характеризує кількість транспортних засобів, що одночасно перебувають на одиниці довжини дороги (авто/км). Вона є критично важливим параметром при аналізі рівня завантаженості та оцінці режимів руху (вільний, стабілізований, нестабільний, режим затору).

Щільність k пов'язана з інтенсивністю та швидкістю фундаментальною залежністю

$$k = \frac{Q}{V}, \text{ авто/км.} \quad (2.7)$$

Оцінювання щільності можливе й через середню довжину інтервалу між транспортними засобами

$$k = \frac{1}{s}, \text{ авто/км,} \quad (2.8)$$

де s – середня довжина просторового інтервалу між транспортними засобами.

Склад транспортного потоку визначається часткою легкових, вантажних автомобілів, автобусів, спеціального транспорту тощо. Для адекватного планування використовується метод приведення транспортного потоку до легкового еквівалента, що дозволяє врахувати нерівнозначний вплив різних типів транспортних засобів на дорожню ситуацію.

Пропускна спроможність дорожньої ділянки C характеризує максимально можливу інтенсивність руху, яку може пропустити смуга або ділянка дороги за одиницю часу при забезпеченні прийнятних характеристик безпеки та стабільності потоку. Оцінювання пропускної спроможності є базою для визначення рівня завантаження.

У загальному вигляді C запишиться, як

$$C = \frac{3600}{h_{min}}, \text{ авто/год,} \quad (2.9)$$

де h_{min} – мінімальний інтервал між транспортними засобами, який забезпечує безпечний рух, с.

Для неоднорідного потоку $C_{пр}$

$$C_{пр} = \frac{3600}{\sum_{i=1}^m (f_i \cdot h_i)}, \text{ авто/год.} \quad (2.10)$$

Коефіцієнт використання пропускної спроможності η є одним з ключових показників ефективності функціонування транспортного потоку. Він характеризує ступінь завантаження ділянки дороги або смуги руху та відображає співвідношення

фактичної інтенсивності руху до максимально можливої пропускної здатності, або

$$\eta = \frac{Q}{c}. \quad (2.11)$$

Якщо $\eta < 0,7$ – смуга руху експлуатується з резервом, рух вільний, затори практично не виникають; $0,7 \leq \eta \leq 0,85$ – інтенсивність висока, можливі періодичні уповільнення; $\eta > 0,85$ – рух наближається до критичного, виникає небезпека перевантаження, затори й значні затримки; $\eta \geq 1$ – інтенсивність перевищує пропускну спроможність, виникають постійні затори та нестабільність руху.

Фундаментальна діаграма транспортного потоку є ключовим інструментом для аналізу та прогнозування роботи дорожньої інфраструктури, оскільки дозволяє встановити взаємозв'язок між інтенсивністю, густиною та швидкістю руху (рис. 2.3). На її основі можна визначити межі пропускної спроможності, оцінити стійкість транспортного потоку до зовнішніх впливів і своєчасно виявити умови, за яких рух переходить у передзаторовий або заторовий режим. Використання фундаментальної діаграми дає змогу не лише оцінювати поточний стан дорожньої мережі, а й обґрунтовувати інженерні рішення щодо оптимізації організації руху, вибору інфраструктурних заходів, планування розширення магістралей, упровадження пріоритету громадського транспорту та інтелектуальних транспортних систем. Завдяки цьому вона виступає важливою складовою моделювання, планування та управління транспортними потоками.

У процесі аналізу транспортного потоку фундаментальна діаграма дозволяє виокремити декілька характерних режимів руху, що відображають зміну швидкості, густини та інтенсивності залежно від завантаження дороги.

За низьких значень щільності транспортного потоку транспортні засоби практично не заважають один одному, тому рух відбувається з максимально можливою швидкістю. Зміна швидкості в цьому діапазоні незначна, і спостерігається майже лінійне зростання інтенсивності зі збільшенням кількості

автомобілів. У цьому режимі водії мають широкий простір для маневрування, а пропускна спроможність використовується лише частково.

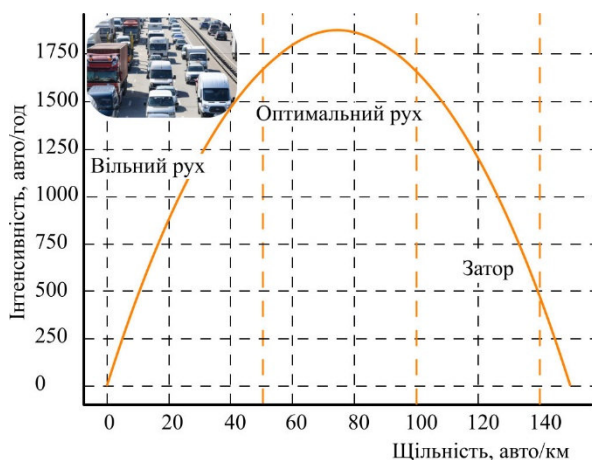


Рис. 2.3. Фундаментальна діаграма транспортного потоку

У середньому діапазоні щільності потоку інтенсивність досягає свого піку. У цій точці транспортна система працює з максимальною ефективністю, коли кількість автомобілів і їхня середня швидкість забезпечують найвищу пропускну спроможність. Однак рух стає більш чутливим до будь-яких збурень: різкі гальмування, перебудови, перешкоди можуть спричинити хвилі уповільнення.

Подальше збільшення густини призводить до помітного зменшення середньої швидкості. Інтенсивність починає спадати, незважаючи на більшу кількість автомобілів у потоці. Рух стає нестабільним, виникають «хвилі» — самовільні коливання швидкості та зупинки, які поширюються назад уздовж потоку.

За досягнення максимально можливої щільності транспортний потік фактично зупиняється. Автомобілі розташовані з мінімальними інтервалами, швидкість наближається до нуля, а інтенсивність різко падає. У цьому стані будь-яке втручання або обмеження інфраструктури здатне спричинити тривалий застій руху.

Транспорт і пішохідний простір є ключовими складовими міського середовища, що визначають комфорт, безпеку та ефективність пересування мешканців. Їхня взаємодія впливає на доступність міських територій, якість громадських просторів і загальний рівень мобільності населення. Раціональна організація транспортної інфраструктури разом із продуманим формуванням пішохідного простору сприяє збалансованому розвитку міста та створенню зручного середовища для всіх учасників дорожнього руху.

Пішохідний простір – це частина міського середовища, призначена для безпечного та комфортного пересування пішоходів і включає тротуари, пішохідні зони, сквери, площі, підземні та надземні переходи, а також території біля зупинок громадського транспорту.

Пішохідні потоки є складовою міської мобільності та мають суттєвий вплив на формування транспортних звичок населення (додаток Д, рис. Д.1). Пішохідний потік – це сукупність людей, які рухаються пішки в певному напрямку (як організований або хаотичний рух групи людей) та в певний проміжок часу по міському середовищу, тротуарах, переходах, пішохідних зонах, транспортних вузлах тощо.

Класифікація пішохідних потоків дає змогу ґрунтовно аналізувати їхню структуру, інтенсивність та просторово-часові характеристики, а також оцінювати їхній вплив на елементи міської інфраструктури. Поділ пішохідних потоків за різними ознаками дозволяє виявляти закономірності пересування населення, визначати найбільш навантажені ділянки та потенційні проблемні зони. Це, своєю чергою, створює підґрунтя для прийняття обґрунтованих рішень у сфері планування пішохідного простору, підвищення рівня безпеки та забезпечення ефективного управління пішохідним рухом (додаток Д, рис. Д.2).

Інтенсивність і структура пішохідного руху формуються під впливом комплексу різноманітних чинників, що охоплюють просторові, соціальні, транспортні та часові аспекти (додаток Д, рис. Д.3). До них належать функціональне призначення територій, рівень розвитку транспортної інфраструктури, щільність забудови, а також особливості поведінки та потреб

різних груп населення. Врахування цих чинників є необхідним для аналізу пішохідних потоків і прийняття обґрунтованих рішень щодо організації міського простору.

Для дослідження пішохідних потоків застосовують систему кількісних показників. Зокрема, рівень використання пішохідного шляху визначається інтенсивністю руху пішоходів Q_n (люд./год), яка відображає число осіб N_n , що проходять через поперечний переріз пішохідного шляху в одиницю часу [39]

$$Q_n = \frac{N_n}{t}. \quad (2.12)$$

Щільність потоку k_n (люд./м²) – кількість пішоходів N_n , що припадають на одиницю площі F пішохідного шляху [39]

$$k_n = \frac{N_n}{F}. \quad (2.13)$$

Швидкість руху (м/с) – середня швидкість руху пішоходів, яка залежить від ширини проходу, віку, наявності перешкод тощо.

Розрахункової характеристикою є питома інтенсивність смуги руху n [39; 40]

$$n = \frac{Q_n \cdot b_n}{b}, \quad (2.14)$$

де b_n – загальна ширина пішохідного шляху, м;

b – ширина смуги пішохідного руху, м.

Особливе значення має формалізація впливу інфраструктурних параметрів, яка забезпечує можливість кількісної оцінки того, як геометричні та організаційно-технічні характеристики дороги впливають на показники пропускної спроможності. До таких параметрів належать ширина смуги руху, радіуси горизонтальних кривих, поздовжній ухил, стан дорожнього покриття, режим регулювання, наявність виділених смуг та зупиночних пунктів громадського транспорту. Їхній ефект може бути врахований через коригувальні коефіцієнти у загальній формулі пропускної спроможності C

$$C = C_0 \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{пу}} \cdot k_{\text{дп}} \cdot k_{\text{кр}} \cdot k_{\text{ав}}, \quad (2.15)$$

де C_0 – базова пропускна спроможність смуги за ідеальних умов;
 $k_{ш}$ – коефіцієнт, що враховує ширину смуги;
 $k_{пу}$ – вплив поздовжнього ухилу;
 $k_{дп}$ – стан дорожнього покриття;
 $k_{кр}$ – наявність та геометрію кривих;
 $k_{ав}$ – вплив зупинок та маневрування автобусів.

Поєднання структурних характеристик транспортного потоку та інфраструктурних параметрів дозволяє отримати реалістичну оцінку ефективності функціонування дороги в різних умовах експлуатації. У межах методики також використано фундаментальну діаграму транспортного потоку, що дає змогу візуалізувати переходи між режимами руху, визначити критичні значення густини та ідентифікувати зони нестабільності, що потенційно можуть призводити до формування заторів. Зіставлення теоретичних кривих із фактичними даними забезпечує можливість уточнення коригувальних параметрів і підвищення точності моделі.

Рівень обслуговування є інтегрованим показником, що характеризує якість функціонування дорожньої мережі з позиції користувача. Він визначається на основі швидкості руху, щільності потоку, затримок, комфортності та безпеки.

Слід відзначити, що запропонована методика оцінювання транспортного потоку на основі аналізу інтенсивності, приведених показників, пропускної спроможності та фундаментальної діаграми забезпечує комплексне бачення функціонування дорожньої інфраструктури в реальних умовах експлуатації. Врахування структури потоку за типами транспортних засобів, перерахунок у приведені одиниці та визначення коефіцієнта використання пропускної спроможності дозволяють точно оцінити фактичне навантаження на смугу руху та визначити потенційні вузькі місця.

Таким чином, запропонована методика забезпечує не лише оцінку поточного стану транспортного потоку, а й формує основу для оптимізації організації руху та модернізації інфраструктури. Вона може використовуватися для обґрунтування рішень щодо розширення проїзної частини, зміни режимів світлофорного

регулювання, інтеграції смуг громадського транспорту, удосконалення маршрутизації або впровадження інтелектуальних транспортних систем. Завдяки формалізації впливу інфраструктурних параметрів методика дозволяє розглядати транспортну систему як динамічний комплекс, у якому технічні, організаційні та поведінкові фактори взаємодіють і визначають реальну пропускну здатність дорожньої мережі.

2.2. Методика інфраструктурного оцінювання ефективності функціонування маршрутної мережі громадського транспорту

Ефективність функціонування маршрутної мережі громадського транспорту значною мірою залежить від її інфраструктурного забезпечення, зокрема від просторової організації зупиночних пунктів, якості транспортно-пішохідних зв'язків, параметрів вулично-дорожньої мережі та рівня доступності транспортних послуг для населення. У сучасних умовах розвитку міських територій зростає потреба у застосуванні комплексних методів оцінювання, що дозволяють врахувати взаємодію інфраструктурних елементів із маршрутами перевезень, режимами руху та пасажирськими потоками [41–43].

Запропонована методика інфраструктурного оцінювання ефективності маршрутної мережі спрямована на формалізацію ключових показників, що характеризують її структурну збалансованість, рівень покриття міської території, відповідність інфраструктурним стандартам та ступінь зручності для користувачів. Вона ґрунтується на поєднанні просторового аналізу, техніко-експлуатаційних розрахунків і системного підходу до визначення індикаторів, які відображають функціональну якість транспортної інфраструктури.

Рівень інфраструктурного покриття $K_{\text{дост}}$ визначає, яка частка міської території має доступ до зупинок громадського транспорту в межах нормативної пішохідної доступності. Цей показник дозволяє оцінити рівномірність територіального забезпечення транспортними послугами.

$$K_{\text{дост}} = \frac{A_{\text{покр}}}{A_{\text{міста}}}, \quad (2.16)$$

де $A_{\text{покр}}$ – площа міста, що знаходиться у радіусі нормативної пішохідної доступності (300–500 м) від зупинок, м²;

$A_{\text{міста}}$ – загальна площа міста або досліджуваної території, м².

Низький рівень покриття вказує на наявність інфраструктурних прогалин, що обмежують мобільність населення і сприяють переходу до використання приватного транспорту.

Транспортна рухливість населення є одним із ключових соціально-транспортних показників, що характеризує інтенсивність переміщень жителів міста протягом доби. Вона відображає потреби населення у пересуванні, рівень доступності міських функціональних зон та ефективність роботи системи громадського транспорту. Показник рухливості застосовується під час планування маршрутної мережі, прогнозування попиту на перевезення та моделювання транспортних потоків.

На формування транспортної рухливості впливає широкий спектр чинників: структура міського середовища, наявність і якість громадського транспорту, розвиток вулично-дорожньої мережі, відстані до місць праці, освіти, послуг, вартість проїзду, рівень автомобілізації, демографічні особливості населення. Вищі значення рухливості, як правило, спостерігаються в містах із розвиненою інфраструктурою та зручними транспортними зв'язками між житловими та функціональними районами.

Показник добової транспортної рухливості населення R відображає середню кількість поїздок, які жителі здійснюють протягом однієї доби. Він використовується для загальної оцінки інтенсивності пересувань, аналізу структурних характеристик транспортної системи та порівняння рівнів мобільності між різними містами або районами. Добова рухливість R визначається шляхом відношення загального числа поїздок до чисельності населення, що дозволяє оцінити середню активність переміщень на одну особу.

$$R = \frac{N_{\text{поїздок}}}{N_{\text{населення}}}, \quad (2.17)$$

де $N_{\text{поїздок}}$ – загальна кількість поїздок, здійснених населенням за добу;

$N_{\text{населення}}$ – чисельність населення досліджуваної території.

Значення рухливості менше ніж 1,0 вказує на низьку інтенсивність переміщень, що може бути наслідком недостатньої транспортної інфраструктури, слабкої доступності зупинок, нерегулярності руху або соціально-економічних чинників, які знижують потребу в пересуваннях. Діапазон 1,0–2,0 характеризує середній рівень мобільності, типовий для малих і середніх міст, де структура простору компактна, а пересування мають переважно локальний характер. Значення понад 2,0 свідчать про високу інтенсивність переміщень населення, що відповідає містам із розвинутою економічною активністю, значною маятниковою міграцією та добре організованою транспортною інфраструктурою. У такому випадку громадський транспорт відіграє критично важливу роль у забезпеченні доступності, мінімізації заторів і підтриманні сталості транспортної системи.

Окремим аспектом є транспортна рухливість користувачів громадського транспорту $R_{\text{гт}}$, і характеризує, наскільки населення покладається саме на автобусні або інші види маршрутних перевезень. Цей показник характеризує ступінь інтегрованості громадського транспорту в повсякденну мобільність населення та дозволяє простежити залежність міських мешканців від доступності й ефективності роботи маршрутної мережі.

$$R_{\text{гт}} = \frac{N_{\text{поїздок гт}}}{N_{\text{населення}}}, \quad (2.18)$$

де $N_{\text{поїздок гт}}$ – загальна кількість поїздок громадським транспортом, здійснених населенням за добу.

Вищі значення рухливості користувачів громадського транспорту свідчать про високий ступінь його інтеграції у міську мобільність, що зазвичай є наслідком оптимально побудованої маршрутної мережі, регулярності руху, достатньої місткості рухомого складу та хорошої транспортної інфраструктури зупинок. Натомість низькі значення показника можуть вказувати

як на структурні недоліки системи – нерівномірне охоплення території міста маршрутами, незручні пересадки або великі інтервали руху, – так і на альтернативний вибір мешканців на користь пішохідних пересувань або приватних автомобілів.

Оцінювання ролі громадського транспорту у загальній системі пересувань здійснюється через коефіцієнт використання транспортного потенціалу $K_{\text{пот}}$. Цей коефіцієнт демонструє, яку частку всієї добової мобільності покриває саме громадський транспорт. Він є критичним для аналізу ефективності транспортної політики та визначення необхідних напрямів інфраструктурних інвестицій.

$$K_{\text{пот}} = \frac{R_{\text{гг}}}{R}. \quad (2.19)$$

Високі значення коефіцієнта $K_{\text{пот}}$ (понад 0,8–1,0) свідчать про ефективне функціонування мережі громадського транспорту, її доступність, регулярність та відповідність реальним напрямам попиту, що характерно для міст із якісною транспортною інфраструктурою та сформованими традиціями користування громадським транспортом. Навпаки, низькі значення коефіцієнта (менше 0,4) зазвичай сигналізують про недостатній рівень транспортного обслуговування, нерівномірне охоплення території маршрутами, незручні інтервали руху або домінування індивідуальної мобільності, що може стати передумовою заторів, зниження екологічності та зростання транспортних витрат.

Щільність маршрутної мережі громадського транспорту D є просторовим показником, що відображає рівень забезпеченості території маршрутами та характеризує інтенсивність їх розміщення в межах міського простору. Цей показник визначає, скільки кілометрів маршрутів припадає на одиницю площі, і тому безпосередньо пов'язаний із доступністю громадського транспорту для населення, рівнем охоплення території та можливістю формування зручних транспортних зв'язків між різними районами міста [44; 45]

$$D = \frac{L}{A}, \quad (2.20)$$

де L – сумарна протяжність маршрутів громадського транспорту

в межах досліджуваної території, км;

A – площа території, для якої виконується розрахунок, км².

Вищі значення щільності вказують на розгалужену маршрутну мережу, здатну забезпечити жителям менші відстані до зупинок, більший вибір напрямів руху та загалом кращу доступність транспортних послуг. У містах зі сформованою та насиченою мережею щільність може бути значно вищою, що зазвичай свідчить про високий рівень транспортної доступності та інтенсивний пасажиропотік. Низькі значення щільності, навпаки, означають недостатню кількість маршрутів на одиницю площі, що може призводити до транспортної нерівності, слабого охоплення окремих районів, збільшення часу доступу до зупинок і зниження привабливості громадського транспорту. Для повноцінного функціонування маршрутної мережі $D=1,5-2,5$ (ДБН Б.2.2-12:2019, с. 69 [46]).

Довжина маршруту L відображає просторову конфігурацію його проходження та визначає основні експлуатаційні характеристики перевезень.

$$L = \sum_{i=1}^{n-1} d_{i,i+1}, \quad (2.21)$$

де $d_{i,i+1}$ – довжина ділянки між зупинками i та $i+1$;

n – кількість зупинок на маршруті.

Чим більша протяжність маршруту, тим довшим є час оберту, а отже, зростає потреба у додаткових одиницях рухомого складу для забезпечення необхідних інтервалів руху. Надмірно довгі маршрути часто стають причиною нерегулярності руху через накопичення затримок, тоді як оптимальні за довжиною забезпечують стабільність графіка та комфорт для пасажирів.

Коефіцієнт дублювання $K_{\text{дубл}}$ визначає ступінь паралельності маршрутів, що проходять спільними ділянками вулично-дорожньої мережі.

$$K_{\text{дубл}} = \frac{L_{\text{спільн}}}{L_{\text{мар}}}, \quad (2.22)$$

де $L_{\text{спільн}}$ – довжина спільних ділянок з іншими маршрутами, км;

$L_{\text{мар}}$ – довжина окремого маршруту, км.

Високий рівень дублювання свідчить про нераціональність

маршрутної структури, адже кілька маршрутів дублюють один одного замість забезпечення обслуговування інших районів. Оптимізація дублювання дозволяє підвищити ефективність мережі та зменшити експлуатаційні витрати перевізників.

Маршрутний коефіцієнт $K_{\text{мар}}$ є важливим індикатором збалансованості транспортного планування, дозволяючи оцінити рівень дубляжу, визначити потенційні коридори інтенсивного руху, а також виявити ділянки міста, де маршрутна мережа потребує розширення або перерозподілу

$$K_{\text{мар}} = \frac{\sum L_{\text{маршр}}}{\sum L_{\text{вулиць}}}, \quad (2.23)$$

де $\sum L_{\text{маршр}}$ – сума довжин усіх маршрутів громадського транспорту, км;

$\sum L_{\text{вулиць}}$ – сумарна довжина вулиць, якими проходять ці маршрути, км.

Маршрутний коефіцієнт непрямолінійності маршрутів $K_{\text{нпр}}$ характеризує ступінь відхилення фактичної траєкторії руху маршруту громадського транспорту від найкоротшого можливого сполучення між його кінцевими пунктами і є індикатором раціональності та геометричної ефективності маршрутної мережі

$$K_{\text{нпр}} = \frac{L_{\text{маршр}}}{L_{\text{прям}}}, \quad (2.24)$$

де $L_{\text{маршр}}$ – фактична довжина маршруту громадського транспорту, км;

$L_{\text{прям}}$ – найкоротша прямолінійна відстань між кінцевими пунктами маршруту, км.

Значення $K_{\text{нпр}}$, близькі до одиниці, означають високу оптимальність маршруту: він прямує логічною лінією без зайвих вигинів і об'їздів, забезпечуючи мінімальний час у дорозі та конкурентоздатність громадського транспорту щодо інших видів пересування. Підвищені значення коефіцієнта (1,3–1,6) свідчать про наявність помірної непрямолінійності, яка може бути виправданою необхідністю охоплення додаткових житлових

районів, соціальних об'єктів чи важливих зупинок. Водночас значення понад 1,7–2,0 зазвичай вказують на надмірну непрямолінійність, коли маршрут стає занадто довгим, час поїздки зростає, а його привабливість для пасажирів зменшується, що часто є наслідком стихійного історичного розвитку мережі, дублювання вулиць або намагання одним маршрутом охопити надто велику кількість зон.

Середня швидкість сполучення V_c характеризує ефективність транспортного обслуговування з погляду пасажирів, оскільки відображає швидкість переміщення за маршрутом з урахуванням усіх факторів реального руху.

$$V_c = \frac{L}{T_{\text{руху}}}, \quad (2.25)$$

де $T_{\text{руху}}$ – чистий час руху, год.

Низька швидкість сполучення свідчить про інфраструктурні проблеми, насамперед про затримки на перехрестях, нерівномірність руху та надто часті зупинки. Висока швидкість підвищує конкурентоспроможність громадського транспорту порівняно з приватними автомобілями (рекомендоване значення швидкості руху 18–20 км/год, ДБН Б.2.2-12:2019, с. 67 [46]).

Методика дослідження зупинкової інфраструктури ґрунтується на комплексному підході, що поєднує нормативний аналіз, системні обстеження, просторову відповідність та оцінювання інформативності зупинок. Такий підхід дозволяє забезпечити всебічне дослідження функціонального стану зупинок громадського транспорту, їх взаємозв'язку з маршрутною мережею та відповідності сучасним вимогам комфортного й безбар'єрного міського середовища.

Першим етапом дослідження є підготовчий аналіз, який передбачає збір і систематизацію вихідних даних щодо функціонування громадського транспорту міста Дубно. На цьому етапі формується повний перелік зупинок, визначається їхнє просторове розташування на основі картографічних матеріалів та даних маршрутної мережі, проводиться опрацювання нормативно-правових документів. Це дозволяє окреслити базові

критерії, за якими надалі оцінюватиметься кожен об'єкт зупинкової інфраструктури.

Нормативні документи, зокрема ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів», визначають технічні параметри облаштування таких об'єктів: наявність посадкового майданчика заввишки близько 20–25 см над рівнем проїзної частини, довжину перехідних ділянок не менше 15 м та, за можливості, облаштування заїзних «кишень». Також передбачено вимогу щодо відстані до пішохідного переходу – не менше 5 м, а до перехрестя – не менше 20 м [47]. Ці положення спрямовані на підвищення рівня безпеки як пасажирів, так і інших учасників дорожнього руху.

Коефіцієнт забезпеченості зупинками $K_{зуп}$ визначає кількість зупинок n відносно довжини маршруту $L_{мар}$ та характеризує відповідність інфраструктури нормативним рекомендаціям.

$$K_{зуп} = \frac{n}{L_{мар}}. \quad (2.26)$$

Оптимальна забезпеченість зупинками підвищує комфорт пасажирів і забезпечує рівномірний доступ до транспорту. Низькі значення показника свідчать про недостатню кількість зупинкових пунктів, а завищені – про уповільнення руху та зниження ефективності маршруту.

Другий етап полягає у виконанні натурних обстежень, під час яких здійснюється безпосередній огляд кожної зупинки громадського транспорту. Дослідження проводиться за допомогою попередньо підготовлених листів огляду, що містять інфраструктурні критерії оцінювання. На цьому етапі фіксується наявність дорожнього знаку, тверде покриття посадкової площадки, технічний стан павільйону або навісу, наявність смітника, освітлення та огорожувальних елементів. Окремо звертається увага на інженерно-будівельні недоліки, наявність бар'єрів для маломобільних осіб, а також стан прилеглої території. Усі спостереження доповнюються фотофіксацією для подальшої аналітичної обробки.

Третій етап включає оцінювання інформативного

наповнення кожної зупинки. На цьому етапі досліджується наявність назви зупинки, спосіб подання інформації (табличка, друкований розклад, електронне табло), читабельність та доступність інформаційних елементів. Аналізується розміщення розкладу руху, наявність маршрутних схем, доступ до актуальних даних, можливість розміщення додаткових повідомлень та відповідність інформаційного середовища вимогам безбар'єрності. Це дозволяє визначити рівень інформативності – низький, середній, підвищений або високий.

Четвертим етапом є просторовий аналіз доступності зупинок громадського транспорту. За допомогою геоінформаційних засобів моделюються радіуси пішохідної доступності – 100 м, 400 м та 700 м. Такий аналіз дозволяє визначити частку населення, що проживає в межах комфортної доступності, та виявити території з недостатнім охопленням транспортною інфраструктурою. Одночасно аналізуються фактичні відстані між зупинками на різних ділянках міста та зіставляються з нормативними рекомендаціями для центральних, житлових та периферійних районів.

П'ятим етапом є аналітичне узагальнення отриманих результатів. На основі структурованих даних здійснюється ранжування зупинок за рівнем їх облаштування, інформативності та доступності. Виділяються зупинки з повнофункціональною інфраструктурою, а також ті, що мають суттєві недоліки й потребують першочергової модернізації. Проводиться порівняння фактичного стану зупинок із нормативами, визначаються типові порушення та недоліки у формуванні інфраструктури.

Завершальним етапом дослідження є формування комплексу рекомендацій щодо удосконалення зупинкової інфраструктури. На основі проведеного аналізу пропонуються заходи щодо уніфікації конструкцій павільйонів, покращення благоустрою, впровадження сучасних інформаційних систем, забезпечення безбар'єрності та підвищення безпеки пасажирів. Також визначаються ділянки, де необхідне перенесення або додавання зупинок для покращення транспортної доступності. Рекомендації формуються таким чином, щоб забезпечити

комплексний розвиток інфраструктури відповідно до принципів стійкої міської мобільності.

Таким чином, наведені показники у сукупності дозволяють комплексно оцінити рівень транспортної активності населення, визначити структуру попиту на перевезення та проаналізувати роль маршрутної мережі в забезпеченні мобільності. Їх регулярне використання в аналітичних дослідженнях дає змогу своєчасно виявляти дисбаланс у транспортному забезпеченні, прогнозувати майбутню потребу в перевезеннях і формувати ефективну стратегію розвитку громадського транспорту.

2.3. Методика дослідження комфортності пасажирів під час поїздки в громадському транспорті

Оцінювання комфортності поїздки є важливим елементом аналізу якості транспортного обслуговування населення, оскільки дозволяє всебічно дослідити умови перебування пасажирів у салоні та виявити чинники, що знижують задоволеність користувачів міського громадського транспорту. Запропонована методика ґрунтується на сучасних підходах до моделювання комфортності, зокрема використанні регресійної моделі, методів фіксації пасажиропотоку, хронометражу та техніко-експлуатаційного аналізу роботи автобусів різних класів.

Зауважимо, що комфортність пасажирських перевезень формується не лише внутрішніми характеристиками поїздки, а й умовами транспортної інфраструктури, у межах якої функціонує міська маршрутна мережа [48–50].

Стан дорожнього покриття та інженерно-транспортні характеристики маршруту визначають можливу середню швидкість автобуса. Нерівності, пошкодження або локальні обмеження смуг руху спричиняють зниження темпу транспортного потоку, збільшуючи час руху між зупинками. У результаті зростає середній час перебування пасажирів в салоні, що відповідно зменшує значення показника комфортності.

Елементи організації дорожнього руху – світлофорні об'єкти, нерегульовані перехрестя, звуження проїзної частини –

формують додаткові затримки, що виникають незалежно від інтенсивності пасажиропотоку. У місцях з високою концентрацією інфраструктурних перешкод накопичуються часові втрати, які суттєво впливають на регулярність руху, затримки прибуття та довжину поїздки.

Розташування зупинок та доступність підходів до них визначають структуру формування пасажиропотоку, впливаючи на коефіцієнт завантаження автобусів. Неналежно облаштовані зупинки, відсутність навісів, інформаційних табличок або пішохідних переходів знижують привабливість маршруту й можуть спричиняти нерівномірність потоків зупинка-зупинкою.

Додаткове значення мають функціональні характеристики територій, через які проходить маршрут. Розміщення житлових кварталів, навчальних та медичних закладів, підприємств і торговельних центрів формує неоднорідний пасажиропотік протягом доби. Ділянки підвищеного соціального тяжіння спричиняють пікові навантаження, що безпосередньо позначається на зміні коефіцієнта заповнення салону та зниженні суб'єктивної комфортності.

На основі запропонованої науковцями Андре де Пальма та ін. [51] моделі оцінки рівня дискомфорту пасажирів від кількості осіб у салоні, наведемо адаптовану нормовану функцію, яка враховує три принципові стани заповнення транспортного засобу в дослідженнях пасажирської мобільності та плануванні громадського транспорту (функція приведена до універсального нормованого масштабу ($0 \leq D \leq 1 + \gamma$))

$$D = \begin{cases} 0, & \text{режим 1 – зона сидячих місць} \\ & \text{(повний комфорт)} \\ \alpha \left(\frac{n - n_s}{n_x} \right)^\beta & \text{режим 2 – зона стоячих місць} \\ & \text{(зростаючий дискомфорт)} \\ 1 + \gamma \left(\frac{n - (n_x + n_s)}{n_x + n_s} \right) & \text{режим 3 – перевантаження} \\ & \text{салону (надмірний} \\ & \text{дискомфорт)} \end{cases} \quad (2.27)$$

де n – фактична кількість пасажирів;

n_s – кількість сидячих місць;
 n_x – кількість стоячих місць,
 α, β, γ – параметри форми кривої.

У межах першого режиму (повний комфорт), коли кількість пасажирів не перевищує число сидячих місць n_s , дискомфорт відсутній, оскільки всі пасажирів розміщені на сидіннях. У цьому випадку значення функції дорівнює нулю, що відповідає максимально комфортним умовам поїздки.

У другому режимі (зростаючий дискомфорт), який відповідає діапазону $n_s < n \leq n_s + n_x$, частина пасажирів змушена стояти. Рівень дискомфорту в цій зоні описується другим рядком нормованої формули (2.27). Параметр α характеризує масштаб дискомфорту серед стоячих пасажирів, а показник ступеня β визначає форму кривої зростання – плавну або більш різку. За умови $\alpha > 0$ рівень дискомфорту збільшується $D > 0$, тобто стояче розміщення автоматично означає підвищення дискомфорту порівняно з сидячими місцями.

У третьому режимі, який настає тоді, коли фактична кількість пасажирів перевищує суму номінальних сидячих та стоячих місць $n_s + n_x$, транспортний засіб вважається переповненим. За цих умов рівень дискомфорту починає зростати значно інтенсивніше (параметр γ задає темп зростання дискомфорту у зоні перевантаження). Значення дискомфорту у переповненому салоні завжди перевищує одиницю та може зростати практично необмежено зі збільшенням кількості пасажирів.

Значення розрахункових параметрів – параметри α, β, γ , які визначають форму кривої зростання дискомфорту і мають чітке фізичне та поведінкове тлумачення від пасажиронаповнення автобусів:

1. Параметр α відображає інтенсивність наростання відчуття дискомфорту під час переходу від комфортних до більш тісних умов перевезення. Він характеризує реакцію пасажирів у ситуаціях, коли кількість осіб у салоні перевищує кількість сидячих місць, але ще не досягнута гранична місткість транспортного засобу. Збільшення значення α свідчить про

підвищену чутливість пасажирів до переповнення салону, тоді як менші значення означають більшу толерантність до стоячого перевезення:

$\alpha = 1$ – базове (лінійне) зростання відчуття незручності;

$\alpha > 1$ – пасажирів більш чутливі до збільшення наповнення (наприклад, у спеку, у міському автобусі без кондиціонера);

$\alpha < 1$ – пасажирів терпиміші до стоячих умов (типово для великих автобусів).

Для міських автобусів середнього класу доцільно приймати $\alpha = 1$, що відповідає середньому рівню сприйняття незручності.

Параметр β задає форму кривої зростання дискомфорту в межах номінальної пасажиромісткості. Цей коефіцієнт описує нелінійність сприйняття умов поїздки пасажиром, тобто відображає, наскільки рівномірно або різко змінюється комфорт із підвищенням кількості пасажирів:

$\beta = 1$ – лінійна залежність (комфорт падає рівномірно зі зростанням пасажирів);

$\beta > 1$ – дискомфорт спочатку зростає повільно, але потім різко збільшується (типова ситуація у міських автобусах — поки не переповнено, усе добре, але потім різко стає нестерпно);

$\beta < 1$ – дискомфорт зростає швидко на початку, але потім стабілізується (характерно для більш спокійних умов).

Значення $\beta = 1,5$ є типовим для міського транспорту, де пасажирів спочатку сприймають збільшення заповнення спокійно, але при переповненні комфортність стрімко знижується.

Параметр γ (гама) характеризує темп зростання дискомфорту після досягнення граничної місткості салону. Він визначає чутливість пасажирів до ситуації переповнення, коли кількість осіб перевищує суму сидячих і стоячих місць. Вищі значення γ відповідають різкому падінню комфортності навіть при незначному перевищенні місткості, тоді як нижчі свідчать про відносну стійкість до тисняви:

$\gamma = 0,5$ – помірне зростання; дискомфорт збільшується на 50% швидше за норму;

$\gamma > 1$ – пасажирів надзвичайно чутливі до переповнення (наприклад, у спеку, при відсутності вентиляції);

$\gamma < 0,3$ – слабка реакція (характерна для великих автобусів із широкими проходами).

Для середньомістких автобусів $\gamma = 0,5$ відображає середній рівень чутливості до переповнення, тоді як для великих міських автобусів цей параметр зазвичай нижчий ($\gamma = 0,3$), що пояснюється кращими ергономічними умовами та більшим простором у салоні.

Для забезпечення можливості кількісної інтерпретації отриманих результатів розрахунковий рівень дискомфорту D доцільно зіставляти з якісною бальною оцінкою та характеристикою умов поїздки. Узагальнення цих даних дає змогу однозначно трактувати отримані значення, виокремлювати критичні режими функціонування транспортного засобу та надавати практичні рекомендації щодо підвищення комфортності перевезень. Подамо відповідність між числовими значеннями дискомфорту, їх суб'єктивною бальною оцінкою та описовими характеристиками реальних умов перебування пасажирів у салоні, що дозволяє комплексно оцінити якість поїздки та обґрунтовано інтерпретувати результати моделювання (табл. 2.1).

Комфортність автобусної мережі в середньому за певний період може бути розрахована за методикою запропонованою науковцями Шень Сянхао та ін. [52]

$$CP = a \cdot \bar{T} + b \cdot \bar{L} + c, \quad (2.28)$$

де $\bar{T}$ – середній час перебування пасажирів у транспорті;

$\bar{L}$ – середній коефіцієнт заповнення салону;

a, b, c – емпіричні параметри.

Середній час $\bar{T}$ перебування пасажирів у транспортному засобі за певний період можна визначити за допомогою рівняння

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_{(i,i+1)} \cdot t_{(i,i+1)}}{\sum_{i=1}^{n-1} U_i}, \quad (2.29)$$

де n – кількість зупинок на маршруті;

U_i – кількість пасажирів, які заходять в автобус;

I – кількість пасажирів, які знаходяться в автобусі між зупинками.

Таблиця 2.1

Взаємозв'язок між розрахунковим рівнем дискомфорту D , бальною системою оцінки та характеристикою умов

№	Інтервал, D	*Бальна оцінка (шкала Лайкерта)	Характеристика умов
1	$D = 0$	9 (найкраще)	Усі пасажирів розміщені на сидіннях; повна відсутність стоячих; комфортні умови простору
2	$0 < D \leq 0,25$	7	Переважають сидячі місця; поодинокі стоячі пасажирів, відсутній контакт тіла-до-тіла; поїздка загалом зручна.
3	$0,25 < D \leq 0,5$	5	Помірний дискомфорт: частина пасажирів стоїть; нерівномірна щільність у салоні; поїздка сприймається як «злегка незручно»
4	$0,5 < D \leq 1$	3	Виражений дискомфорт: постійний тісний контакт між пасажирів; поїздка «незручна/некомфортна»
5	$D > 1,0$	1 (найгірше)	Переповнення понад паспортну місткість: надмірний фізичний контакт, ризик для безпеки, сильне падіння суб'єктивного комфорту

*Примітка. Бальна шкала: більший бал – краща комфортність (9 – максимально комфортно, 1 – критично незручно).

Середній коефіцієнт пасажиронаповнення автобусного маршруту $\bar{L}$ за певний період можна визначити за допомогою рівняння [52]

$$\bar{L} = \frac{R}{Q} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_{(i,i+1)}}{(n-1) \cdot Q}, \quad (2.30)$$

де R – середній пасажиропотік мережі;

Q – сумарна кількість пасажирів за маршрутом.

Дослідження комфортності поїздки здійснюються у кілька послідовних етапів, що охоплюють збір вихідних даних, хронометраж руху, фіксацію пасажиропотоку, визначення технічних характеристик рухомого складу та подальшу аналітичну обробку отриманих величин. Така багаторівнева процедура дозволяє всебічно оцінити умови перебування пасажирів у салоні та забезпечує необхідну точність розрахунків інтегральних показників комфортності.

На першому етапі здійснюється спостереження та підрахунок пасажиропотоку на кожній зупинці маршруту. Фіксується кількість пасажирів, які заходять і виходять, а також обчислюється перетинний потік – число осіб, що перебувають у салоні на відрізку між двома сусідніми зупинками. Такий підхід дозволяє відтворити реальну структуру пасажиропотоку та визначити моменти максимального та мінімального завантаження салону.

Другий етап передбачає проведення хронометражу руху автобуса. Записуються час прибуття й відправлення на кожній зупинці, тривалість зупинки, а також час руху між зупинками. Отримані дані дозволяють визначити середній час перебування пасажирів в салоні, що є одним із ключових параметрів для подальшого розрахунку комфортності.

На третьому етапі збирається інформація щодо техніко-експлуатаційних характеристик транспортного засобу, зокрема кількості сидячих місць, номінальної місткості для стоячих пасажирів та паспортної пасажиромісткості. Ці дані необхідні для визначення межових станів завантаження салону та поділу режимів руху на комфортний, стоячий та переповнений.

Після завершення збору базових даних здійснюється їх аналітична обробка. Розраховується середній час перебування пасажирів в салоні, середній коефіцієнт завантаження транспортного засобу та інші проміжні показники, що відображають динаміку пасажиропотоку. На основі отриманих

величин визначається інтегральний показник дискомфорту або комфортності відповідно до обраної моделі.

Завершальний етап включає побудову графічних залежностей і просторових поверхонь, які відображають зміну комфортності залежно від часу поїздки та рівня завантаження салону. Отримані результати інтерпретуються з урахуванням інфраструктурних особливостей маршруту, що дозволяє визначити найбільш проблемні ділянки та обґрунтувати рекомендації щодо покращення транспортного обслуговування.

Таким чином, запропонована методика дослідження комфортності пасажирів у громадському транспорті забезпечує комплексну кількісно-якісну оцінку умов поїздки з урахуванням пасажиронаповнення, тривалості перебування в салоні, техніко-експлуатаційних характеристик рухомого складу та впливу транспортної інфраструктури маршруту. Використання нормованих функцій дискомфорту та інтегральних показників дозволяє об'єктивно ідентифікувати критичні режими роботи автобусів, зіставляти результати з бальною шкалою суб'єктивного сприйняття та формувати практично обґрунтовані рекомендації щодо підвищення комфортності й якості транспортного обслуговування населення.

2.4.

Методика оцінки безпечності вулично-дорожньої мережі

У сучасних умовах розвитку міського середовища питання безпеки вулично-дорожньої мережі загострюється внаслідок зростання рівня автомобілізації, підвищення інтенсивності руху та ускладнення просторово-часової структури транспортних потоків. За таких умов традиційні планувальні та організаційні рішення не завжди забезпечують необхідний рівень безпеки, що зумовлює потребу в адаптації існуючої вулично-дорожньої мережі до сучасних транспортних і містобудівних вимог.

Проектування, реконструкція та експлуатація міських перехресть в Україні здійснюються на основі чинної нормативно-правової бази, яка включає державні будівельні норми, правила дорожнього руху та галузеві інструкції. Ключовим документом у

сфері проектування вулиць і доріг населених пунктів є ДБН В.2.3-5:2018, який визначає вимоги до геометричних параметрів, організації руху та облаштування транспортних розв'язок різних типів. Разом із тим, нормативні документи орієнтовані переважно на ідеалізовані умови нового будівництва або комплексної реконструкції. У реальних умовах сформованої міської забудови, особливо в історичних частинах міст, повна реалізація нормативних вимог часто є неможливою через просторові обмеження, інженерну інфраструктуру та щільність забудови. У таких випадках особливого значення набуває застосування адаптивних інженерних рішень, спрямованих на підвищення безпеки без суттєвого втручання у планувальну структуру міста.

Комплексне дослідження організації дорожнього руху на перехрестях міста Дубно охоплює процес збору вихідних даних, їх аналітичну обробку та оцінювання ключових параметрів функціонування перехресть з позицій пропускну здатності, безпеки руху та рівня розвитку інфраструктури для різних категорій учасників дорожнього руху (табл. 2.2). Такий підхід забезпечує системне виявлення проблемних зон, дозволяє обґрунтувати необхідність впровадження інженерних і організаційних заходів, а також формує методичну основу для підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху в міських умовах.

Для дослідження обрано чотири перехрестя (див. рис. 2.4), які репрезентують основні типи планувальних рішень, характерних для міського середовища: перехрестя з круговим рухом (у районі «Базарчик»), «Х-подібне» (перетину вулиці Сурмичі з вулицею Словацького та Хмільна), «Т-подібне» перехрестя із залізничним переїздом (перетину вулиць Залізничної, Мостової та Кременецької) та «Y-подібне» (перетину вулиць Данила Галицького та Замкової в центрі міста).

Обрані перехрестя відрізняються як за геометричними параметрами, так і за характером організації руху. Їх спільною рисою є підвищене навантаження в години пік, значна частка пішоходів та наявність факторів, що ускладнюють забезпечення безпеки руху. Це створює передумови для комплексного аналізу

впливу типу перехрестя, його геометрії та організаційних рішень на рівень безпеки дорожнього руху.

Таблиця 2.2

Етапи комплексного дослідження організації дорожнього руху на перехрестях міста Дубно

Назва етапу	Яка інформація збирається	Короткий зміст дослідження
Збір даних	Інтенсивність руху	Оцінка потоку транспорту і пішоходів на ключових перехрестях, зокрема у години пік
	Дані про ДТП	Збір статистики щодо аварійності на перехрестях для виявлення небезпечних зон
	Геометрія перехрестя	Оцінка ширини доріг, радіусів поворотів, кількості смуг, наявності островців безпеки
Аналіз пропускну здатності	Пропускна здатність	Використовуючи дані про інтенсивність руху, можна оцінити пропускну здатність перехресть і їх здатність обслуговувати потоки транспорту, зокрема в години пік.
Оцінка безпеки	Конфліктні точки, відповідність компонуванню, наявність переходів тощо	На основі даних про аварії можна визначити перехрестя з високим рівнем ДТП та проаналізувати причини (наприклад, конфлікти між пішоходами та автомобілями або недосконала організація руху). Визначення точок, де потрібно впроваджувати додаткові заходи для підвищення безпеки
Інфраструктура для пішоходів і велосипедистів	Показники інфраструктурних об'єктів	Оцінка наявності пішохідних переходів, велодоріжок та їхньої доступності для людей з обмеженими можливостями
		Аналіз зручності та безпеки пішохідних переходів і велосипедних доріжок, особливо на найбільш завантажених перехрестях



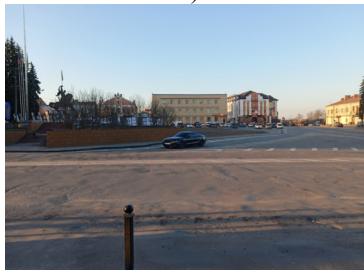
а)



б)



в)



г)

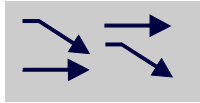
Рис. 2.4. Досліджуване перехрестя з круговим рухом в районі «Базарчика» (а), «Х-подібне» перетину вулиць Сурмичі з вулицею Словацького та Хмільна (б), «Т-подібне» перехрестя із залізничним переїздом перетину вулиць Залізничної, Мостової та Кременецької (в) та «Y-подібне» перехрестя перетину вулиць Данила Галицького та Замкової (г)

Методичні підходи до оцінювання безпеки перехресть базуються на аналізі сукупності взаємопов'язаних факторів, серед яких провідну роль відіграють геометричні параметри, організація руху, інтенсивність і структура транспортних потоків, а також умови видимості. Одним із найбільш поширених методів є оцінка конфліктності, що передбачає системну ідентифікацію потенційних точок взаємодії потоків, у межах яких можливе виникнення небезпечних ситуацій (табл. 2.3). У процесі оцінювання визначаються типи конфліктів, їх просторове розташування, інтенсивність та тривалість взаємодії учасників руху, а також швидкісні режими. Кількісна оцінка здійснюється шляхом підрахунку кількості конфліктних точок, аналізу частоти їх реалізації з урахуванням інтенсивності руху та пішохідних

потоків, а також розрахунку узагальнених показників конфліктності, що дозволяє обґрунтувати рівень безпеки перехрестя та визначити напрями його вдосконалення в структурі вулично-дорожньої мережі. Кількість і характер таких точок безпосередньо впливають на ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод та тяжкість їх наслідків.

Таблиця 2.3

Групи конфліктів транспортного потоку

Конфліктна група	Опис конфлікту	Схематичне пояснення
Бокові конфлікти	Транспортні засоби під перпендикулярними кутами	
Конфлікти при зіткненні ззаду	Транспортні засоби, що рухаються в одному напрямку	
Конфлікти, що зближуються або розходяться	Транспортні засоби, що починають або закінчують рух в одному напрямку (з'їжджають або виїжджають)	
Лобові конфлікти	Зустрічні транспортні засоби	

Конфліктні точки перехрестя – це локалізовані зони в межах вулично-дорожньої мережі, у яких траєкторії руху транспортних засобів та/або пішоходів перетинаються, зливаються або розгалужуються, що створює потенційну можливість виникнення аварійних ситуацій. До основних типів конфліктних точок належать точки перехрещення транспортних потоків, точки злиття та розподілу потоків, а також транспортно-пішохідні конфлікти. Кількість і характер конфліктних точок визначають рівень складності та безпеки організації руху і є базовим показником при аналізі та порівнянні планувальних

рішень елементів вулично-дорожньої мережі. Чим більшою є сумарна кількість конфліктних точок і чим вищою є їх небезпечність (перехрещення порівняно зі злиттям або розгалуженням), тим вищим вважається ступінь складності перехрестя (рис. 2.5).

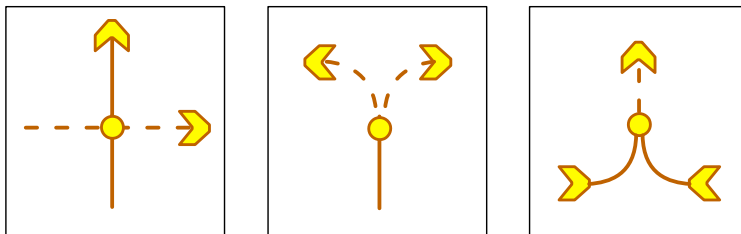


Рис. 2.5. Конфліктні точки перехрещення (а), розгалуження (б) і злиття (в) транспортних потоків

Ступінь складності перехрестя m за конфліктними точками розраховується за формулою [53]

$$m = n_{\text{в}} + 3 \cdot n_{\text{з}} + 5 \cdot n_{\text{п}}, \quad (2.31)$$

де $n_{\text{в}}$ – кількість конфліктних точок розходження (відхилення) на перехресті;

$n_{\text{з}}$ – кількість конфліктних точок злиття;

$n_{\text{п}}$ – кількість конфліктних точок перетинання.

Пропускна здатність перехрестя є одним із ключових показників ефективності організації дорожнього руху та характеризує максимальну кількість транспортних засобів, яку може пропустити елемент вулично-дорожньої мережі за одиницю часу за заданих умов руху. Для перехресть з круговим рухом розрахунок пропускної здатності здійснюється з урахуванням геометричних параметрів, інтенсивності транспортних потоків на кільці та умов взаємодії транспортних засобів на в'їздах. Отримане значення розрахункової пропускної здатності в'їзду на кільце дозволяє визначити рівень завантаженості перехрестя, оцінити наявність резерву пропускної здатності та обґрунтувати доцільність впровадження

організаційних або планувальних заходів у разі зростання транспортних потоків.

Завантаженість перехрестя Z з круговим рухом розраховується за формулою

$$Z = \frac{N_k}{P_b}, \quad (2.32)$$

де N_k – пропускна здатність колової смуги руху;

P_b – пропускна здатність в'їзду на кільце [37]

$$P_b = \frac{C}{k_c} (A - B \cdot N_k), \quad (2.33)$$

де C – коефіцієнт, який залежить від діаметру колової частини (острівця) і складає для острівця діаметром 20 м – 0,94;

A , B – коефіцієнти геометричного планування перехрестя з круговим рухом (кількості в'їздів і колових смуг). Для перехрестя міста Дубно кількість в'їздів в одному напрямі – 1, а колових смуг – 2, тоді згідно рекомендації $A = 1800$, а $B = 0,45$.

Оцінювання рівня безпеки перехрестя доцільно здійснювати на основі інтегрального коефіцієнта безпеки K , який узагальнює вплив основних факторів аварійності та умов руху і дозволяє кількісно визначити відповідність перехрестя вимогам безпечної експлуатації. Значення цього показника відображає ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод і може бути використане для обґрунтування необхідності інженерних та організаційних заходів з удосконалення організації дорожнього руху.

За прийнятою шкалою оцінювання, при $K < 0,3$ перехрестя характеризується високим рівнем безпеки, що свідчить про мінімальний ризик виникнення ДТП та достатню ефективність існуючих рішень. У діапазоні $0,3 \leq K < 0,60$ фіксується середній рівень безпеки, за якого доцільним є впровадження локальних заходів, спрямованих на зменшення конфліктності руху та підвищення захищеності учасників дорожнього руху. Значення коефіцієнта $K \geq 0,6$ вказує на низький рівень безпеки, що супроводжується підвищеним ризиком ДТП і потребує комплексних змін у схемі організації руху, геометричних параметрах або засобах організації дорожнього руху.

Інтегральний коефіцієнт безпеки K

$$K = K_k + K_p + K_a, \quad (2.34)$$

де K_k – коефіцієнт конфліктності перехрестя;

K_p – коефіцієнт пропускної здатності перехрестя;

K_a – коефіцієнт аварійності перехрестя

Коефіцієнт конфліктності перехрестя K_k

$$K_k = \frac{C}{Q}, \quad (2.35)$$

де C – кількість конфліктних точок;

Q – інтенсивність руху.

Коефіцієнт пропускної здатності перехрестя (K_p)

$$K_p = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{max}}}, \quad (2.36)$$

де $Q_{\text{факт}}$ – фактична інтенсивність руху;

Q_{max} – максимально допустима інтенсивність.

Коефіцієнт аварійності K_a

$$K_a = \frac{N_{\text{ДТП}}}{T}, \quad (2.37)$$

де $N_{\text{ДТП}}$ – кількість ДТП за період T (рік, місяць).

Таким чином, запропонована методика оцінювання безпеки організації дорожнього руху на міських перехрестях базується на комплексному аналізі інтенсивності та структури транспортних і пішохідних потоків, геометричних параметрів, аварійності, пропускної здатності та умов видимості, що дозволяє всебічно оцінити функціонування перехрестя як складного елемента вулично-дорожньої мережі. Застосування кількісних показників, зокрема ступеня конфліктності, інтегрального коефіцієнта безпеки та мінімальної необхідної видимості, забезпечує об'єктивність результатів і можливість порівняльної оцінки перехресть різних типів. Методика є адаптованою до умов сформованої міської забудови та може бути використана для виявлення небезпечних зон, обґрунтування пріоритетності інженерних і організаційних заходів, а також для підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху.



● — РОЗДІЛ III — РЕЗУЛЬТАТИ КОМПЛЕКСНОГО ІНФРАСТРУКТУРНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА ДУБНО

3.1.

Транзитні можливості міста Дубно

Розбудова транспортної інфраструктури відіграє вирішальну роль у підтриманні стабільного економічного розвитку, зміцненні конкурентних позицій територій та покращенні безпеки на дорогах [54].

Автомобільні дороги навколо Дубна формують багаторівневу мережу магістралей міжнародного, національного та регіонального значення, що формує важливий транспортний вузол у західній частині України. Вони не лише забезпечують ефективне пасажирське та вантажне сполучення, а й підсилюють інвестиційну привабливість міста як транзитного та логістичного центру Рівненської області [55].

Основну роль відіграє міжнародна автомагістраль M06 / E40 («Київ – Чоп»), яка проходить безпосередньо через місто та забезпечує високий рівень транзитного сполучення в напрямку столиці та західного кордону. Додаткове сполучення з південно-східними регіонами забезпечує автомобільна дорога міжнародного значення M19, яка є частиною європейського маршруту E85. Регіональні перевезення обслуговує територіальна дорога T1801. Сукупність цих маршрутів забезпечує високу транспортну доступність міста та підвищує його інвестиційну привабливість як логістичного й транзитного центру.

Місто Дубно розташоване у безпосередній близькості до низки важливих населених пунктів регіонального та міжобласного значення, що формує сприятливі умови для транспортної взаємодії (рис. 3.1). Найближчими містами є Радивилів і Млинів, які знаходяться на відстані близько 30 км, а також Броди Львівської області – приблизно за 35 км. На відстані 39 км розташований Кременець Тернопільської області, а обласний центр – місто Рівне – знаходиться орієнтовно за 50 км. Усі ці населені пункти поєднані з Дубном мережею автомобільних доріг національного та регіонального значення, що забезпечує зручне міжміське і міжобласне сполучення та підсилює роль міста як важливого транспортного осередку регіону.



Рис. 3.1. Мережа регіональних автомобільних шляхів у транспортній структурі Дубна: картографічна інтерпретація

Транспортна доступність міста Дубно забезпечує зручне сполучення не тільки з основними населеними пунктами регіону, але і важливими транскордонними центрами, що сприяє мобільності населення й розвитку економічних зв'язків.

Відстань (км) та час доїзду (год., хв.) до кордонів з:

- Польщею (Устилуг, Волинська обл.) – 144 (2 год 40 хв);
- Молдовою (Мамалига, Чернівецька обл.) – 293 (4 год 15 хв);
- Румунією (Порубне, Чернівецька обл.) – 314 (5 год 05 хв);
- Словаччиною (Малий Березний, Закарпатська обл.) – 380 (6 год 10 хв);
- Угорщиною (Чоп, Закарпатська обл.) – 436 (5 год 40 хв)
- до м. Києва – 368 км (4 год 50 хв);

В умовах зростання обсягів автомобільного транспорту та урбанізаційного навантаження особливого значення набуває оптимізація транспортних потоків шляхом будівництва об'їзних доріг навколо населених пунктів. Такі інфраструктурні рішення дають змогу ефективно розмежувати транзитний і місцевий транспорт, зменшити затори у центральних районах міст, скоротити час перевезень і підвищити пропускну здатність дорожньої мережі. Об'їзні дороги також сприяють зниженню рівня шумового та екологічного навантаження на міське середовище, підвищуючи комфорт і безпеку для мешканців.

З огляду на це, проєкт будівництва об'їзної дороги навколо міста Дубно Рівненської області розглядається як стратегічно важливий елемент удосконалення регіональної транспортної системи. Реалізація такого проєкту дає змогу не лише поліпшити організацію руху, але й створити передумови для інтеграції міської та міжміської дорожньої мережі в єдиний транспортно-логістичний простір. «Укравтодор» підготував техніко-економічне обґрунтування та проєктну документацію для будівництва Південно-Східної об'їзної дороги міста Дубна – чотирисмугове шосе загальною протяжністю 24 км (рис. 3.2). Реалізація проєкту дозволить вивести транзитний транспорт з міської та приміської зон, зменшити навантаження на центральні вулиці та підвищити безпеку дорожнього руху. Очікувана економія часу руху становить 10–15 хв у напрямку Київ – Львів

та близько 20 хв у напрямку Тернополя. Будівництво передбачає облаштування сучасних транспортних розв'язок, зручних під'їздів до прилеглих населених пунктів та зон відпочинку для водіїв. Також заплановано встановлення шумозахисних екранів і систем освітлення для підвищення комфорту та безпеки руху у темний час доби. Впровадження цього проекту сприятиме економічному розвитку регіону, покращенню логістичної спроможності та зниженню рівня аварійності на дорогах міста [56; 57].

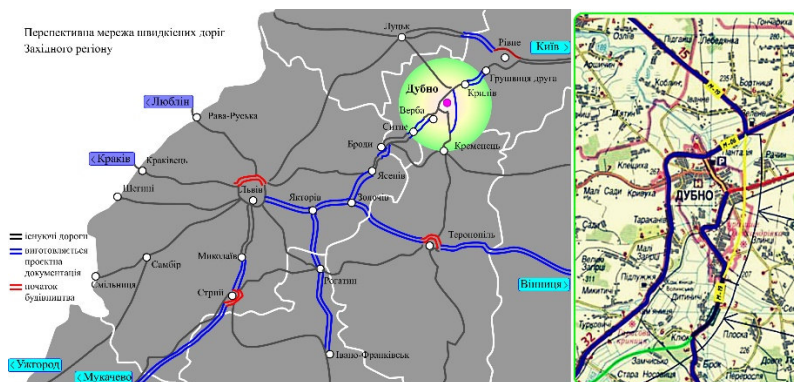


Рис. 3.2. Перспективна мережа автомобільних шляхів
(згідно [56; 57])

Місто Дубно не має власного аеропорту, тому пряме авіаційне сполучення з ним відсутнє. Найближчі міжнародні аеропорти розташовані у містах обласного значення, зокрема в Рівному та Львові, які знаходяться на відстані приблизно 50–130 км від Дубна. Аеропорт Рівного забезпечує внутрішні та деякі міжнародні рейси, тоді як Львівський міжнародний аеропорт є одним із найбільших в Україні і пропонує широкий вибір внутрішніх і міжнародних напрямків. Наявність розвиненої дорожньої мережі сприяє оперативному доступу до цих аеропортів (наприклад, час доїзду до аеропорту «Рівне» – 25 хв), що забезпечує зручність у плануванні поїздок та логістичних операцій. В перспективі розвиток регіональної авіації та можливе

облаштування малих аеродромів у районі може підвищити авіаційну доступність міста.

Залізнична станція міста Дубно є важливим транспортним вузлом на маршрутах між Києвом, Львовом та іншими регіонами України. Через місто проходить залізнична вантажно-пасажирська лінія «Здолбунів–Красне» Львівської залізниці. Основні напрямки сполучення включають поїзди з Києва, серед яких представлені як швидкісні «Інтерсіті+», так і нічні рейси, що забезпечують комфортне та оперативне перевезення пасажирів. Крім того, Дубно пов'язане залізничним сполученням зі Львовом, Ужгородом, Харковом та Івано-Франківськом, що створює широкі можливості для міжрегіональних подорожей та вантажних перевезень. Регулярне курсування як нічних, так і денних поїздів дозволяє підтримувати стабільний пасажиропотік та забезпечує зручний доступ до основних транспортних коридорів західної та східної частин України.

Дубно є важливим адміністративним центром Дубенського району, що входить до складу Рівненської області, адміністративним центром якої є місто Рівне, яке розташоване за 45 км. Географічне положення міста вирізняється високим потенціалом для соціально-економічного розвитку та інвестиційної привабливості, зокрема у промисловій, логістичній та культурній сферах. Розташоване у південно-західній частині області, місто займає територію площею понад 27 км² та знаходиться на перетині важливих транспортних комунікацій місцевого, регіонального і національного значення. Таке положення зумовлює формування Дубна як перспективного центру економічної активності й міжрегіональної взаємодії в межах західної частини України.

Комплексна оцінка транспортно-географічного положення міста є важливим етапом у вивченні його потенціалу для соціально-економічного розвитку та інтеграції в регіональні і національні транспортні системи. У контексті міста Дубно, яке розташоване на перетині важливих транспортних коридорів західної України, комплексна оцінка його транспортно-географічного положення має особливе значення для планування

сталого розвитку та підвищення конкурентоспроможності регіону (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Вплив транспортної доступності на регіональний розвиток міста Дубно

Таким чином, автомобільні дороги, що пролягають поблизу міста Дубно, становлять важливий елемент його

транспортно-інфраструктурного потенціалу та істотно впливають на соціально-економічний розвиток території. Завдяки вигідному географічному розташуванню на перетині міжнародних, національних і регіональних маршрутів, Дубно виконує функції логістичного вузла, транзитного центру та посередника між західними, центральними й південними регіонами України. Сучасна дорожня мережа забезпечує ефективне пасажирське і вантажне сполучення, сприяє залученню інвестицій, активізації торгово-промислової діяльності, розвитку туризму та підвищенню мобільності населення. У поєднанні з високим потенціалом для формування об'єктів логістичної інфраструктури та інтеграції в національні і міжнародні транспортні коридори, транспортно-географічне положення міста створює передумови для його подальшого сталого розвитку.

3.2. Загальна характеристика вулично-дорожньої мережі міста Дубно

Вулично-дорожня мережа є фундаментальним елементом міської інфраструктури, що визначає рівень розвитку, функціонування та комфорт проживання в місті. Саме через систему вулиць і доріг здійснюється організація транспортних потоків, формування маршрутів громадського транспорту, доступ до житлових, громадських та промислових об'єктів. Якість, протяжність і структура вулично-дорожньої мережі значною мірою впливають на мобільність населення, безпеку дорожнього руху та ефективність перевезень. У сучасних умовах урбанізації та зростання інтенсивності руху роль вулично-дорожньої мережі зростає, вимагаючи системного підходу до її планування, реконструкції та управління.

Вулично-дорожня мережа міста Дубно є одним із ключових елементів його просторової організації та транспортної інфраструктури. Вона забезпечує зв'язок між житловими мікрорайонами, центральною частиною міста, промисловими зонами, об'єктами соціальної інфраструктури та виїздами на регіональні й національні магістралі. Її структура формувалася

історично, з урахуванням природного рельєфу, розташування замку, річки Іква та особливостей планувальної організації старої та нової частини міста (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Схема вулично-дорожньої мережі міста Дубно [58]

Роль вулично-дорожньої мережі для міста Дубно є визначальною в забезпеченні його функціональності, доступності та сталого розвитку (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Вплив вулично-дорожньої мережі на сталий розвиток міста

Вулично-дорожня мережа міста Дубно відіграє ключову роль у забезпеченні транспортного сполучення, формуванні міської структури та організації повсякденного життя мешканців. Її основою є система магістральних і житлових вулиць, які забезпечують зв'язок між центральною історичною частиною міста, новими житловими кварталами, промисловими об'єктами та виїздами на важливі регіональні та національні дороги. Зокрема, центральна вулиця Михайла Грушевського виконує функцію головної транспортної артерії, тоді як вулиці Данила Галицького, Шевченка, Семидубська, Заводська та Мирогощанська формують інші важливі напрямки руху транспорту і пішоходів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Технічні характеристики основних вулиць [58]

Назва вулиці	Тип дорожнього покриття	Протяжність вулиці, км	Середня ширина проїзної частини, м
Шевченка	Асфальтобетонне Бруківка	0,3 0,5	10–13
Замкова	Асфальтобетонне	1,3	12–15
Сурмичі	Асфальтобетонне	1,3	12–15
Семидубська	Асфальтобетонне	2,2	6–12
Михайла Грушевського	Асфальтобетонне	2,6	15–16
Залізнична	Асфальтобетонне	1,5	9–12
Заводська	Асфальтобетонне	2,0	7–8
Кременецька	Асфальтобетонне	1,6	7–7,5
Мирогощанська	Асфальтобетонне	1,1	8–16
Данила Галицького	Асфальтобетонне	1,0	10–12
Мостова	Асфальтобетонне	0,5	8–9

На території міста Дубно налічується орієнтовно 314 вулиць і провулків, що формують досить розгалужену і специфічну вулично-дорожню мережу. Загальна протяжність мережі вулиць і доріг, що перебувають у комунальній власності міста, становить 157,17 км [59].

Дорожнє покриття є одним із ключових показників технічного стану вулично-дорожньої мережі, який безпосередньо впливає на безпеку, комфорт і ефективність руху транспортних засобів та пішоходів. У місті Дубно покриття вулиць і доріг характеризується значною різноманітністю та неоднорідністю, лише 69,9 км мають асфальтове покриття (рис. 3.6). Така структура дорожньої мережі вказує на наявність суттєвих викликів у сфері утримання та модернізації транспортної інфраструктури, зокрема в напрямі забезпечення сталого і комфортного пересування міським простором.



Рис. 3.6. Дорожнє покриття вулиць міста Дубно (згідно [59])

Ще одним важливим компонентом є внутрішньоквартальні вулиці та під'їзні дороги, які забезпечують доступ до житлових будинків, навчальних закладів, медичних установ і підприємств. Більшість з них має асфальтове покриття, однак є потреба в модернізації й ремонті частини з них, зокрема в старих районах міста.

Роль перехресть на вулично-дорожній мережі міста Дубно є надзвичайно важливою для організації руху транспорту і пішоходів, забезпечення безперервності транспортних потоків та підвищення рівня дорожньої безпеки. Перехрестя виступають ключовими вузловими точками, де з'єднуються основні напрямки руху, відбувається перерозподіл транспортних і пішохідних потоків, а також формується просторово-планувальна структура міста. Вони також відіграють функцію зон підвищеної концентрації ДТП, особливо за умови порушення правил маневрування, недостатнього освітлення або неякісного дорожнього покриття. Саме тому вони є пріоритетними об'єктами для впровадження технічних засобів підвищення безпеки: світлофорів, засобів заспокоєння руху, пішохідних острівців та додаткової дорожньої інформації.

У місті Дубно, як і в більшості середніх міст України, вулично-дорожня мережа сформована з різних типів перехресть, які відіграють важливу роль у регулюванні транспортних і пішохідних потоків. Загалом структура перехресть у місті Дубно відображає змішану планувальну модель: поєднання регулярної сітки центральної частини з більш хаотичним розвитком периферійних зон.

Залежно від конфігурації та організації руху, у Дубні можна виділити перехрестя з нерегульованим рухом. Це найпоширеніший тип перехресть у житлових і периферійних районах міста. Рух на таких ділянках здійснюється за пріоритетом (правилами головної дороги) без застосування світлофорного регулювання. Їх перевагою є простота організації, проте в умовах інтенсивного трафіку можливе зниження безпеки.

У місті діють світлофорні об'єкти, встановлені на найбільш навантажених перехрестях та пішохідних переходах, зокрема на ділянках вулиці Михайла Грушевського та Данила Галицького, Кременецька, які перетинають транспортні маршрути з високим пішохідним потоком. Водночас кількість світлофорів залишається обмеженою, і в деяких районах їхня відсутність знижує рівень безпеки, особливо поблизу навчальних закладів.

«Т(У)-подібні» перехрестя характерні для районів зі змішаною забудовою. Вони мають три напрямки підходу і

простішу структуру. Залежно від інтенсивності руху можуть бути як нерегульованими, так і зі встановленням знаків пріоритету. Зустрічаються на стиках кількох вулиць, де існує нерівномірний геометричний кут з'єднання і характеризуються індивідуальним підходом до організації руху через знижену оглядовість та складну траєкторію транспортних потоків.

Важливу роль у регулюванні дорожнього руху відіграє організація кругового руху, що застосовується на складних перехрестях, зокрема біля «Базарчика» (рис. 3.7). Впровадження кругового руху дозволить підвищити пропускну здатність перехресть, зменшити кількість конфліктних точок і знизити ризик аварійних ситуацій.

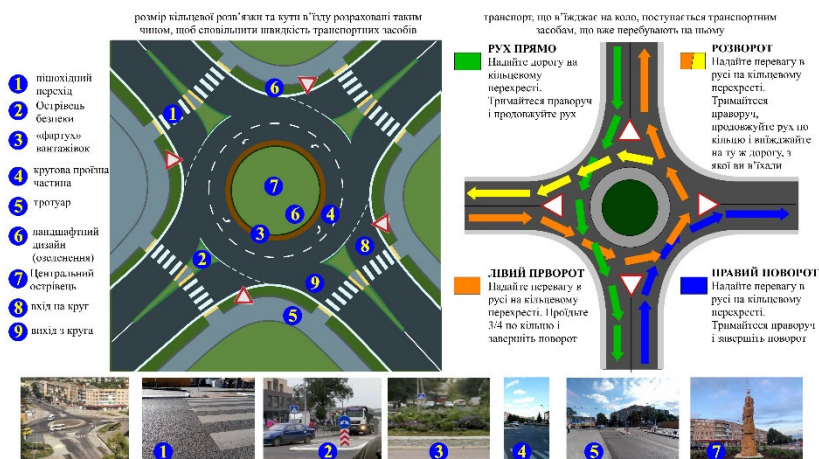


Рис 3.7. Структурно-планувальні аспекти кругового перехрестя в місті Дубно

У Дубні також впроваджується практика виділення перехресть підвищеної уваги – ділянок з високим рівнем аварійності або перетинанням пішохідних та транспортних потоків та особливостей забудови. На таких перехрестях встановлюються додаткові дорожні знаки, обмежувачі швидкості, підсвічування або нанесення попереджувальних написів на покритті.

На перетині вулиць вулиці Тараса Шевченка з Об'їзною дорогою передбачено спорудження транспортної розв'язки, що дозволяє забезпечити безконфліктний рух у різних напрямках із мінімізацією затримок (рис. 3.8). Такий тип розв'язки спрямований на підвищення пропускної спроможності та рівня безпеки, особливо на ділянках із транзитним потоком. Усі ці приклади свідчать про поетапне вдосконалення вулично-дорожньої інфраструктури міста відповідно до сучасних вимог мобільності.

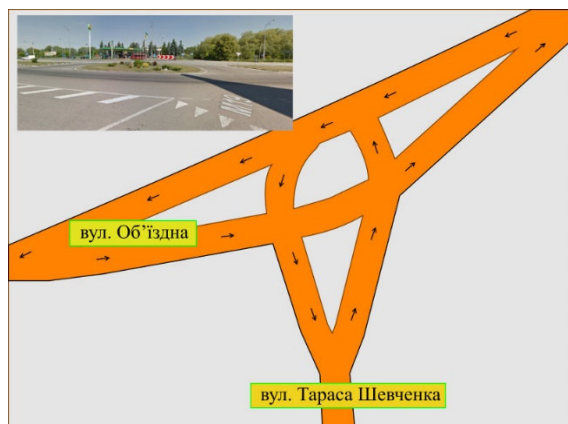


Рис. 3.8. Приклад інженерно-планувального рішення транспортної розв'язки

Водночас існує ряд нерегульованих перехресть, особливо у спальних районах та на периферії, які потребують удосконалення з точки зору оглядовості, розмітки та попереджувального інформування.

Пішохідні переходи у місті облаштовані відповідно до чинних стандартів, проте їхній стан та видимість потребують удосконалення. У деяких місцях не вистачає понижень бордюрів, світловідбивної розмітки або попереджувальних знаків. Особливу увагу приділяється зонам поблизу шкіл, дитячих садків, ринку, вокзалу, де встановлюються додаткові засоби сповіщення.

Значна увага приділяється покращенню умов для пішоходів і велосипедистів. У місті поступово впроваджуються елементи безбар'єрного середовища: облаштовуються тротуари, пандуси, пішохідні переходи, а також розглядаються проекти створення велосипедної інфраструктури.

Загалом, технічні засоби організації дорожнього руху в місті Дубно відповідають базовим вимогам безпеки, однак існує потреба в їх подальшому оновленні, розширенні системи світлофорного регулювання, підвищенні інформативності для водіїв та пішоходів, а також у розвитку інфраструктури для маломобільних груп населення.

Таким чином, вулично-дорожня мережа міста Дубно виконує як локальні, так і міжрегіональні транспортні функції. Вона є важливою складовою життєзабезпечення громади, впливає на економічну активність, безпеку дорожнього руху, мобільність населення та комфортність міського простору. Надалі потребує системного підходу до розвитку, з урахуванням сучасних вимог до сталого транспорту та міської мобільності.

3.3.

Загальна характеристика транспортно-інфраструктурного забезпечення міста Дубно

Автомобілізація населення міста Дубно характеризує ступінь забезпеченості мешканців індивідуальними транспортними засобами та є одним із ключових чинників розвитку міської мобільності. Зростання кількості легкових автомобілів зумовлює підвищене навантаження на магістральні та житлові вулиці, формує попит на місця зберігання транспорту, автозаправні станції та об'єкти технічного обслуговування, а також впливає на безпеку дорожнього руху та екологічний стан міського середовища.

Динаміка рівня автомобілізації міста Дубно за останнє десятиліття характеризується стійкою висхідною тенденцією. У 2014 році показник забезпеченості населення легковими автомобілями становив 191 автомобіль на 1000 жителів, що відповідало помірному рівню індивідуальної моторизації.

У подальші роки спостерігається інтенсивне зростання цього показника: у 2021 році він досяг 258 автомобілів на 1000 мешканців, а у 2023–2025 роках збільшувався поступово – з 260 до 269 автомобілів на 1000 жителів. Прогнозне значення на 2026 рік становить близько 273 автомобілів на 1000 мешканців, що свідчить про збереження позитивної динаміки, хоча й із дещо сповільненими темпами приросту порівняно з попереднім періодом.

Довгостроковий прогноз на розрахункову перспективу 15 років передбачає суттєве підвищення рівня автомобілізації до 410 автомобілів на 1000 жителів. У структурі цього показника передбачається 370 приватних легкових автомобілів, близько 10 одиниць транспорту спеціального користування та орієнтовно 30 вантажних транспортних засобів на 1000 мешканців [58].

Загальна чисельність автотранспортних засобів на прогнозований період оцінюється приблизно у 14,6 тис. одиниць, з яких близько 13,0 тис. становитимуть приватні легкові автомобілі, орієнтовно 0,4 тис. – таксі, прокатні та відомчі, а також близько 1,2 тис. – вантажні автомобілі. У складі приватного легкового автопарку очікується подальше зростання частки електротранспорту, кількість якого може сягнути приблизно 3,0 тис. одиниць [58].

Такий приріст відображає загальнонаціональні тенденції зростання мобільності населення, підвищення доступності індивідуального транспорту та зміни у структурі пересувань мешканців міста. Очікуване зростання рівня автомобілізації зумовлює необхідність випереджального розвитку вулично-дорожньої мережі, систем зберігання автомобілів, об'єктів сервісного обслуговування, а також впровадження збалансованих транспортних рішень із урахуванням громадського та альтернативних видів транспорту.

Транспортна інфраструктура є визначальним чинником у розвитку транспортної системи України загалом та міста Дубно зокрема. Саме транспортна інфраструктура створює базові умови для ефективного функціонування економіки, забезпечення соціальної мобільності населення, екологічної збалансованості перевезень та інтеграції міста у регіональні й національні

транспортні мережі. Вона виступає опорною основою для сталого розвитку територій, сприяючи підвищенню доступності, безпеки та якості життя населення. У цьому контексті її модернізація та розбудова мають стратегічне значення як для забезпечення життєдіяльності громади, так і для підвищення конкурентоспроможності міста в довгостроковій перспективі [60].

Інфраструктура транспорту – це сукупність матеріальних елементів і організаційних структур, що забезпечують функціонування транспортної системи (рис. 3.9). Вона охоплює реальну мережу шляхів сполучення (вулиці, дороги, залізниці, мости, зупинки, вокзали), які використовуються для перевезення вантажів і пасажирів, а також включає систему управління, що забезпечує ефективну експлуатацію транспортних засобів, координацію руху та підтримку належного технічного стану об'єктів інфраструктури.



Рис. 3.9. Транспортна інфраструктурна структура міста Дубно

Крім того, транспортна інфраструктура включає об'єкти обслуговування (ремонтні бази, паркувальні майданчики, автозаправні станції), інженерно-технічні засоби організації дорожнього руху (світлофори, дорожні знаки, інформаційні табло), а також програмно-інформаційні системи, які сприяють оптимізації транспортних процесів. У сучасних умовах вона є основою сталої мобільності, логістики та інтеграції міських, регіональних і міжнародних транспортних потоків.

Об'єкти транспортної інфраструктури міста Дубно виконують широкий спектр функцій, спрямованих на забезпечення ефективного функціонування транспортної системи і відповідають як за безпосереднє здійснення транспортної роботи (перевезення пасажирів і вантажів), так і за організацію та регулювання дорожнього руху. Крім того, значну роль відіграють об'єкти, призначені для обслуговування учасників дорожнього руху – пасажирів, водіїв і пішоходів – забезпечуючи комфорт, безпеку та інформаційну підтримку під час пересування.

Важливу роль у такій структурі відіграють вузли концентрації пасажиропотоків. До них належать: автовокзал міста Дубно – основний пересадковий вузол, з якого здійснюються як міські, міжміські, так і міжнародні рейси (рис. 3.10) та залізничний вокзал, що забезпечує міжрегіональне сполучення та виконує функцію інтеграційного елемента у транспортній системі міста (рис. 3.11).



Рис. 3.10. Автовокзал в м. Дубно

Автовокзал розташований в північній частині міста по вул. Забрам і знаходиться у безпосередній близькості до ринку, що створює додатковий пасажиропотік у години пік. За добу з здійснюється понад 316 відправлень автобусів, із них 12 відправлень у міжміському сполученні, 232 – приміському, 72 – транзитних [58].

Залізничний вокзал, у свою чергу, забезпечує зв'язок міста з іншими регіонами, зокрема Києвом, Львовом і Луцьком, посилюючи роль Дубна як вузлового пункту мобільності – це двокільня електрифікована залізнична магістраль з інтенсивним рухом в 60 пар поїздів за добу.



Рис. 3.11. Залізничний вокзал в м. Дубно

Просторова близькість цих двох вузлів сприяє формуванню транспортного коридору змішаного типу, який забезпечує доступність не лише всередині міста, але й у міжрегіональному масштабі.

Для забезпечення технічного обслуговування та експлуатаційної підтримки транспортного парку у місті Дубно функціонує розвинена мережа об'єктів автосервісної інфраструктури.

Зокрема, на території міста діють 6 автозаправних станцій, які сумарно обладнані орієнтовно 20 заправними колонками, що забезпечує безперебійне постачання пального для потреб приватного та службового автотранспорту.

Крім того, в місті працюють 4 станції технічного обслуговування, загальна пропускна спроможність яких становить близько 20 ремонтно-обслуговувальних постів.

Найвні потужності автозаправних станцій і станцій технічного обслуговування загалом відповідають існуючому рівню автомобілізації міста та є достатніми для задоволення поточних і прогнозованих потреб у заправленні, діагностуванні та технічному сервісі транспортних засобів.

З метою забезпечення мобільності населення міста Дубно та задоволення потреб у щоденних трудових, освітніх і соціально-побутових поїздках, у місті організовано функціонування громадського транспорту за 19 встановленими маршрутами, які охоплюють усі мікрорайони міста Дубно, зокрема: «Львівський», «Об'їзна дорога», «Онкодиспансер», «Страклів», «Сушильний», «Цукровий». Зупинки громадського транспорту розміщені уздовж маршрутної мережі таким чином, щоб забезпечити зручний доступ пасажирів до транспорту, мінімізувати час очікування та сприяти рівномірному розподілу транспортного потоку в межах міста (рис. 3.12).

Перевезення пасажирів у місті Дубно здійснюється виключно громадським транспортом загального користування, представленим міськими автобусами. Для обслуговування маршрутної мережі використовується типовий рухомий склад малого та середнього класу, який відповідає умовам міських перевезень. Основу автобусного парку становлять транспортні засоби виробництва ПАТ «Бориспільський автозавод» (БАЗ), зокрема моделі А079.04, А079.14, А079.23; ПАТ АК «Богдан Моторс» (моделі А069.21); ПАТ «Запорізький автомобілебудівний завод» (ЗАЗ), зокрема модель А07А1, а також автобуси підвищеної пасажиромісткості – Irisbus Citelis і VDL Berkhof Ambassador. Крім того, на маршрутах міста також експлуатуються мікроавтобуси марки «Mercedes-Benz Sprinter» 312D та інші моделі подібного класу (використовуються як резервний). Такий склад рухомого парку забезпечує достатній рівень маневреності та пропускної здатності, що є важливим для умов вулично-дорожньої мережі міста.

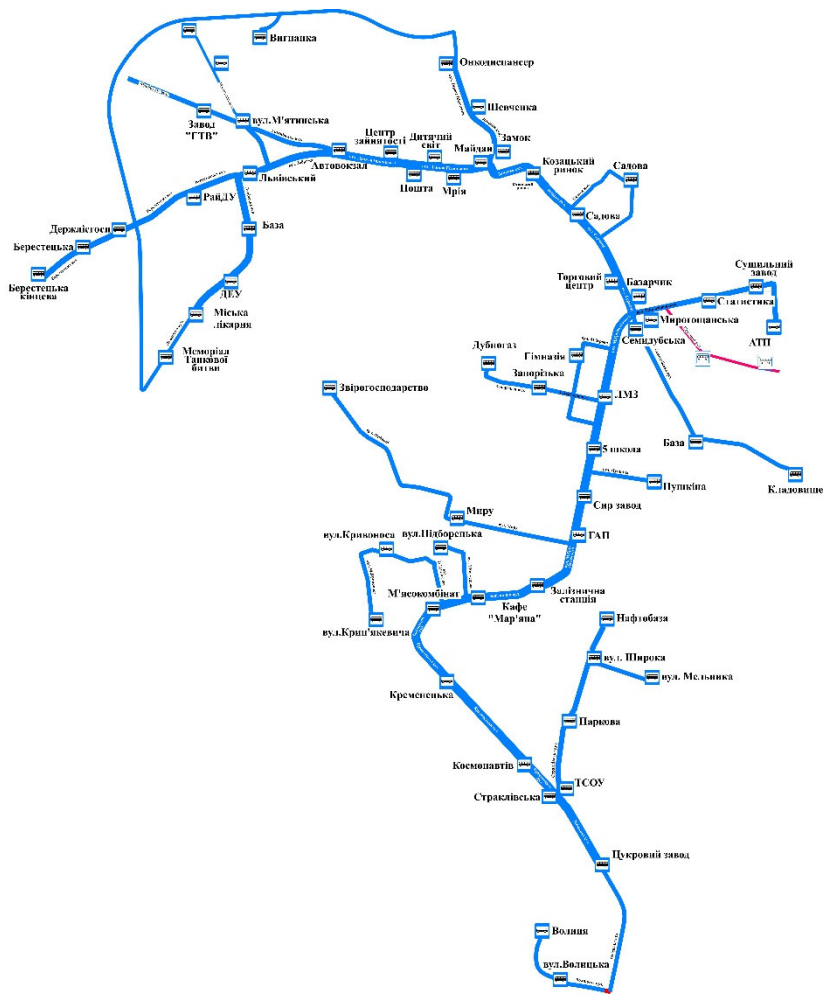


Рис. 3.12. Охоплення міста Дубно зупинками громадського транспорту

Більшість автобусів, що обслуговують міські маршрути у Дубні (приблизно 59% загальної кількості), мають типову загальну пасажиромісткість у межах 43–38 пасажирів, з яких 19–21 місця призначені для сидіння (рис. 3.13). Такий формат відповідає вимогам до перевезень у місті середнього розміру.

При цьому резервний парк, як правило, складається з автобусів малої пасажиромісткості, які залучаються у разі підвищеного навантаження, технічних несправностей основного транспорту або в години пікового пасажиропотоку [61; 62].

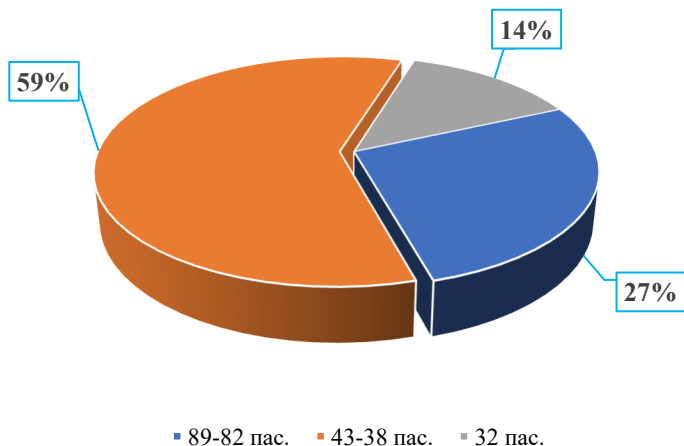


Рис. 3.13. Структура пасажиромісткості міських автобусів (%) у системі пасажирських перевезень міста Дубно

Кількість автобусів і роки їх випуску в кожного перевізника є важливими показниками, що відображають масштаби господарської діяльності підприємства, рівень технічного оновлення парку та ефективність використання фінансових ресурсів. Загалом можна відзначити, що переважна частина автобусів, задіяних у міських перевезеннях Дубна, має значний термін експлуатації – від 13 до 20 років. Найбільша частка рухомого складу припадає на 2008 рік випуску (36%), тоді як автобуси з 13-річним терміном експлуатації становлять близько 14% (рис. 3.14). Така вікова структура свідчить про потребу поступового оновлення автопарку з метою підвищення надійності, екологічності та комфорту перевезень.

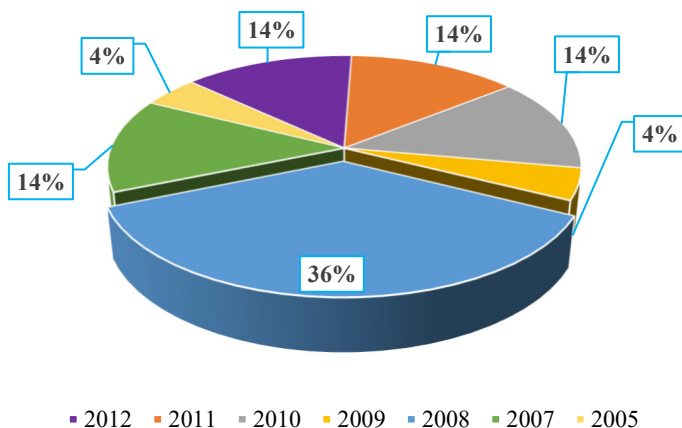


Рис. 3.14. Вікова структура міських автобусів (%) у системі пасажирських перевезень міста Дубно

Використання сучасних, комфортних автобусів підвищеної пасажиромісткості позитивно впливає не лише на якість перевезень, а й на загальне сприйняття міста. Такий транспорт формує імідж Дубна як сучасного, прогресивного та екологічно орієнтованого населеного пункту, що, у свою чергу, може стати додатковим чинником для залучення туристів і потенційних інвесторів. Наявність ефективної та зручної транспортної системи сприяє підвищенню рівня комфорту проживання, покращує мобільність населення і створює сприятливі умови для розвитку міської інфраструктури.

Автобуси підвищеної пасажиромісткості марки Iveco Irisbus Citelis у кількості трьох одиниць експлуатуються приватним перевізником ФОП Федорчук Р.Л. на маршрутах № 1(2) «Цукровий завод – Міська лікарня через вул. Волицьку» та № 1(3) «Цукровий завод – Міська лікарня через вул. Волицьку». Головною перевагою цих автобусів є їхня значна місткість: загальна пасажиромісткість становить 89 осіб, з яких 32 місця передбачені для сидіння.

Ці транспортні засоби обладнані дизельними двигунами, що відповідають екологічному стандарту Євро-5, що сприяє

зменшенню шкідливих викидів у міське середовище. Важливою особливістю є низькопідлогова конструкція, яка забезпечує зручний доступ для всіх пасажирів, включаючи одне спеціально облаштоване місце для перевезення осіб з інвалідністю у візках. Автобуси мають три широкі двері, що покращує посадку і висадку пасажирів, особливо у години пік (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Автобус Iveco Irisbus Citelis

Ще одна марка автобуса підвищеної місткості – VDL Berkhof Ambassador 180 (200) – обслуговуються перевізником ФОП Свінтозельський О.С. на маршруті 1(5) «Міська лікарня – Цукровий завод через Нафтобазу, вул. Волицьку, Сушильний завод», а також перевізником ФОП Слатієвич О.В. на міських маршрутах 1(1) «Міська лікарня – Цукровий завод через вул. Волицьку, вул. Т. Шевченка» та 1(4) «Міська лікарня – Цукровий завод через вул. Волицьку, вул. Крип'якевича». Ці автобуси мають загальну пасажиромісткість 82 пасажирів, з яких 33 (41) місця призначені для сидіння. Вони обладнані дизельними двигунами, що відповідають екологічному стандарту Євро-5, та мають низькопідлогову конструкцію, яка полегшує доступ до салону. Кожен автобус має одне спеціально облаштоване місце для перевезення пасажирів в інвалідних візках, а також дві широкі двері для зручної посадки і висадки (рис. 3.16).

Застосування таких транспортних засобів є позитивним прикладом модернізації громадського транспорту у місті, спрямованої на підвищення комфорту, безпеки та доступності перевезень.



Рис. 3.16. Автобус VDL Berkhof Ambassador 180

Розвиток велосипедного транспорту в Україні визначено одним із пріоритетів Національної транспортної стратегії до 2030 року, схваленої Урядом України, що спрямована на формування сталої, безпечної та екологічної системи міських перевезень.

За містобудівними планами та генеральними документами (проектами та стратегіями розвитку) передбачається інтеграція велосипедної інфраструктури вздовж основних магістралей і в історичній частині міста, загалом запроектовано 84 велодоріжки. Наразі вона обмежена ділянками магістральних вулиць і ще не є повноцінною мережею велодоріжок всього міста (рис. 3.17).



а)



б)

Рис. 3.17. Облаштування велодоріжок на вулиці Михайла Грушевського (а) та Сурмичі (б)

Запровадження та розвиток велосипедних доріжок у міському просторі сприймається велосипедистами переважно позитивно, оскільки такі рішення безпосередньо підвищують рівень безпеки, передбачуваності та комфорту пересування. Відокремлення велосипедного руху від автомобільного транспорту знижує конфліктність транспортних потоків, мінімізує ризики дорожньо-транспортних пригод і формує відчуття захищеності, особливо для недосвідчених користувачів. Крім того, наявність чіткої розмітки та дорожніх знаків сприяє визнанню велосипедиста повноправним учасником дорожнього руху, що позитивно впливає на транспортну культуру міста. У комплексі такі інфраструктурні рішення стимулюють зростання використання велосипеда як повсякденного виду транспорту та підтримуються велосипедною спільнотою як крок до сталої та людиноорієнтованої мобільності.

Для систематизації та подальшого розвитку велосипедного руху проєктом передбачається розроблення «Схеми організації велосипедного руху», яка міститиме структуровану мережу велосипедних маршрутів, типові та індивідуальні поперечні профілі вулиць, а також рішення щодо розміщення велопарковок і елементів супровідної інфраструктури.

Таким чином, проведений аналіз транспортно-інфраструктурного забезпечення міста Дубно свідчить про наявність сформованої та функціонально різноманітної транспортної системи, яка загалом відповідає поточним потребам міської мобільності, однак перебуває під зростаючим впливом процесів автомобілізації та зміни структури пересувань населення. Стійка тенденція збільшення кількості транспортних засобів, зношеність значної частини рухомого складу громадського транспорту та фрагментарність альтернативної інфраструктури обумовлюють необхідність комплексного й випереджального розвитку вулично-дорожньої мережі, громадського, велосипедного та сервісного транспорту. Подальша модернізація транспортної інфраструктури має здійснюватися на засадах сталості, безпеки та доступності, з урахуванням прогностичних навантажень, екологічних вимог і пріоритету громадського та немоторизованого транспорту, що

створить умови для підвищення якості життя населення та збалансованого розвитку міста.

3.4.

Дослідження взаємодії транспортних та пішохідних потоків у міському середовищі

Організація транспортних і пішохідних потоків у малих містах України потребує системного аналізу, оскільки саме від збалансованості цих потоків залежить якість пересування, рівень транспортної безпеки та функціональна стійкість вулично-дорожньої мережі. Дубно є характерним прикладом міста, у якому транспортний рух концентрується на основних магістралях:

- вулиці Михайла Грушевського, що формує підвищене навантаження на окремі міські вузли, насамперед на перехрестя з круговим рухом (рис. 3.18);



Рис. 3.18. План-схема вулиці Михайла Грушевського

- вулицях Мостовій і Кременецькій (об'їзна дорога) як основному транспортному коридорі міського, районного та міжміського транспорту (рис. 3.19).

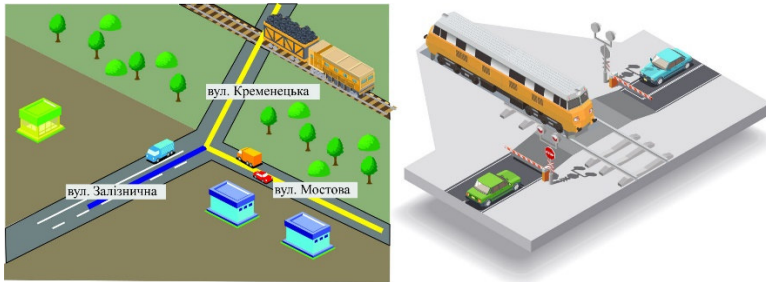


Рис. 3.19. План-схема перехрестя вулиць Мостова-Кременецька-Залізнична

Комплекс проведених досліджень включав оцінювання інтенсивності та структури транспортного потоку, вимірювання швидкості руху різних типів транспортних засобів, визначення пропускної здатності перехрестя та аналіз поведінкових характеристик пішоходів, включно з нелегальним перетином дороги. Такий підхід дав змогу не лише оцінити реальний стан транспортного функціонування розглянутої ділянки, а й сформувані обґрунтовані рекомендації щодо підвищення ефективності та безпеки транспортної системи міста.

Аналіз транспортного потоку базувався на натурних спостереженнях, здійснених у пікові періоди доби – з 08:00 до 09:00 та з 16:00 до 17:00, що дозволило охопити ключові фази ділової активності населення [63–65]. Спостереження проводилися на підходах до перехрестя, де фіксували загальну кількість транспортних засобів, їх розподіл за типами та напрямками руху. Швидкість транспортних засобів визначали за допомогою GPS-додатка «Спідометр», який забезпечував безперервну реєстрацію швидкості у режимі реального часу. Такий підхід дозволив оцінити динаміку руху та визначити характерні зміни швидкості в умовах наближення до перехрестя та його проїзду.

Результати досліджень вулиці Михайла Грушевського засвідчили домінування легкових автомобілів, частка яких становила 82–87%, що є типовим для малих міст з обмеженою часткою вантажного та громадського транспорту (рис. 3.20).

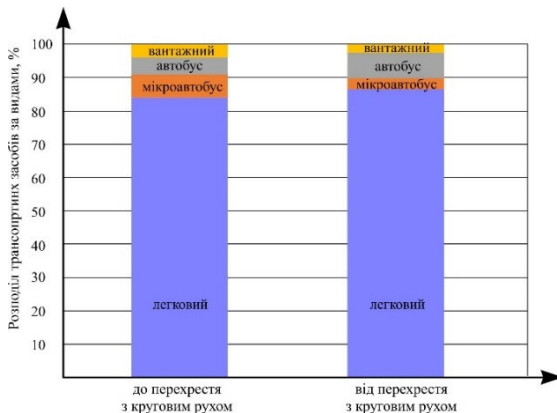


Рис. 3.20. Структура транспортного потоку за видами транспортних засобів

Встановлено, що найбільшим транспортним навантаженням характеризуються напрями перехрестя з круговим рухом з боку вулиць Михайла Грушевського та Сурмичі (рис. 3.21). Така концентрація руху пояснюється тим, що обидві вулиці функціонують як частина основної транспортної осі міста і спрямовують потік до центральної частини Дубна, а також до периферійного району «Цукрового заводу». Розподіл потоків у ранковий та вечірній час демонструє характерні зміни внаслідок трудової активності мешканців.

Пропускну спроможність в'їздів на кільцеву розв'язку (див. розділ II, формули 2.32–2.33) визначено на основі методики, яка враховує діаметр кільця, кількість в'їзних смуг та інтенсивність конфліктних потоків. Розрахунки показали, що фактичне навантаження становить 46% від можливої пропускної здатності перехрестя, що свідчить про наявність достатнього резерву для обслуговування потоку без ризику формування заторів.

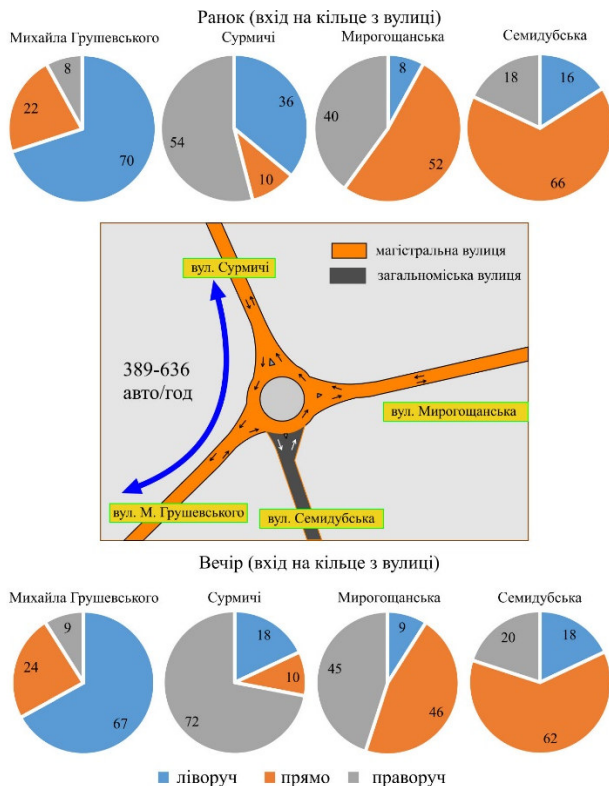
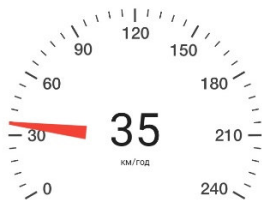


Рис. 3.21. Розподіл транспортного потоку перехрестя з круговим рухом

Реєстрація швидкості руху транспортних засобів вул. Михайла Грушевського показала, що легкові автомобілі здебільшого рухаються зі швидкістю 24–42 км/год, тоді як вантажні та автобуси демонструють нижчі швидкісні значення через обмежену маневреність та більші габарити (рис. 3.22). Загальна тенденція засвідчує, що швидкість руху транспортних засобів на даній ділянці вулиці є помірною та формується під впливом інтенсивності транспортного потоку, геометричних параметрів проїзної частини, наявності перехресть і пішохідних переходів, а також різноманітності складу потоку, що зумовлює зниження швидкості важкого транспорту порівняно з легковими.

GPS: Сильний (16/30)



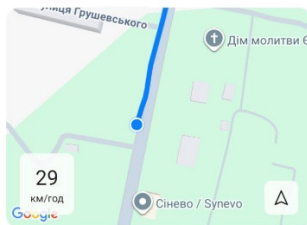
Тривалість
00:05:34

Максимум
47 км/год

Відстань
2,24 км

Середнє
26 км/год

GPS: Сильний (12/30)



Тривалість
00:03:11

Максимум
47 км/год

Відстань
1,34 км

Середнє
28 км/год

Рис. 3.22. Вимірювання швидкості транспортного потоку магістральної вул. Михайла Грушевського за допомогою GPS-додатка «Спідометр»

Взаємозв'язок між швидкістю руху і горизонтальною кривизною перехрестя з круговим рухом описується рівняння (3.1), яке можна використовувати для розрахунку розрахункової швидкості для заданого радіусу шляху руху [66]

$$V = \sqrt{127 \cdot R \cdot (e + f)}, \text{ км/год}, \quad (3.1)$$

де R – зовнішній радіус перехрестя з круговим рухом, м;

e – коефіцієнт надвисоти, м/м. Значення надвисоти приймаються рівними +0,02 для кривих на вході та виході та -0,02 для кривих навколо центрального острівця;

f – коефіцієнт бокового тертя, рекомендоване значення якого становить 0,36.

За результатами розрахунків і натурних вимірювань встановлено, що на підході до кільця швидкість знижується від нормативних 40 км/год до 12–15 км/год, у зоні кола становить у середньому 10–15 км/год, а після виїзду збільшується до 18–25 км/год (рис. 3.23). Такий профіль відповідає типовим характеристикам проїзду малих кругових перехресть.

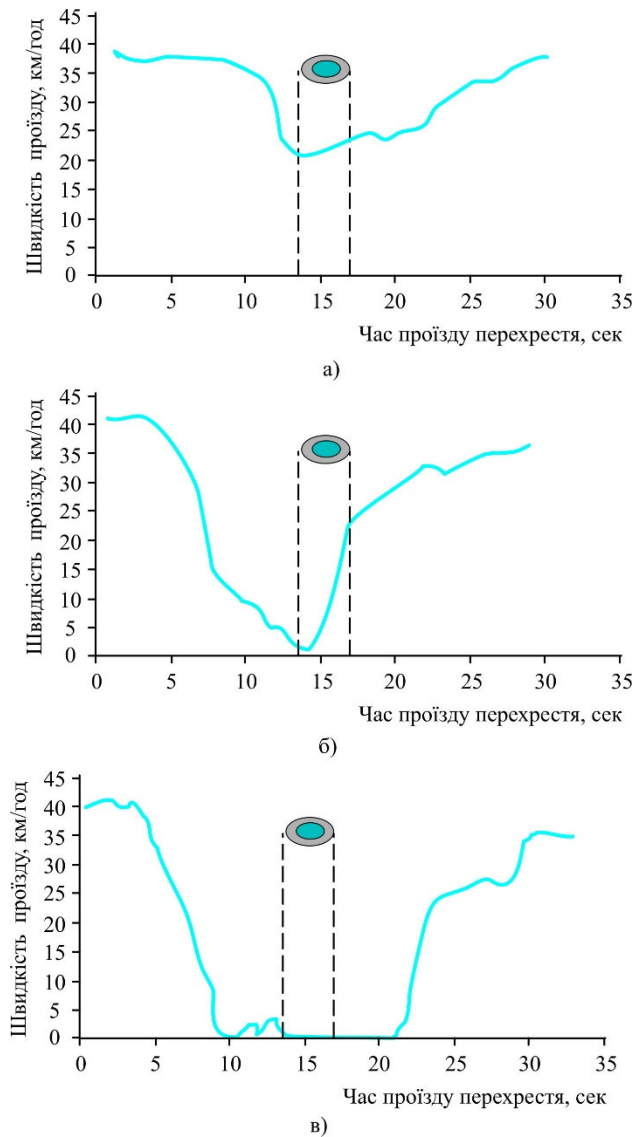


Рис. 3.23. Профілі швидкості проїзду перехрестя з круговим рухом:
а – вільний рух; б – поступаємося на вході; в – поступаємося перед
пішохідним переходом і на вході

Для аналізу характеристик транспортного потоку існуючого обхідного шляху було проведено натурні спостереження на трьох ключових контрольних точках (КТ), розташованих у напрямку міського центру та в обхід, оскільки основні транспортні вузли в межах досліджуваної території (рис. 3.24):

- КТ-1: в'їзд до міста Дубно поблизу перехрестя із залізничними коліями (вул. Кременецька), де фіксується інтенсивність потоку в напрямку міського центру та в обхід;

- КТ-2: транспортна розв'язка поблизу села Тараканів, яка є точкою з'їзду на існуючу об'їзну дорогу (міжнародна автомобільна траса);

- КТ-3: «Т-подібне» перехрестя на відстані близько 3 км від міста, що забезпечує розподіл транспортних потоків у напрямках Рівного, Луцька та Львова.

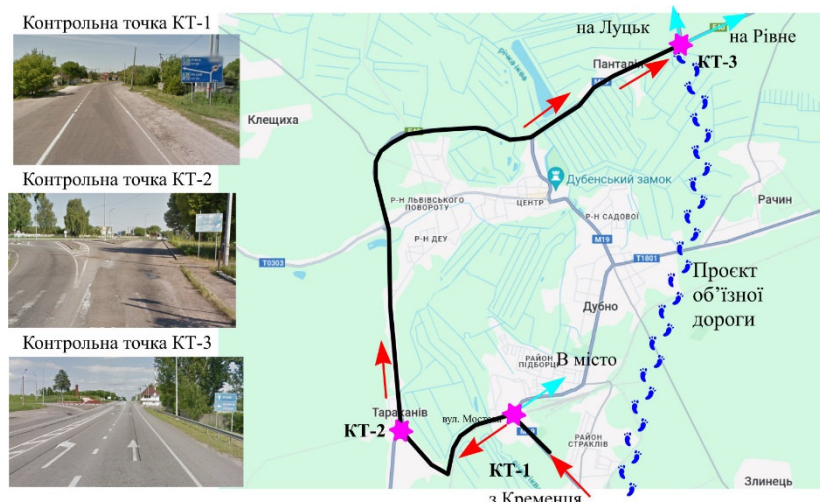


Рис. 3.24. Місце дослідження перерозподілу транспортних потоків об'їзної дороги

Сумарна відстань між контрольними точками 16,9 км:

- від КТ-1 до КТ-2 складає 5,8 км;
- від КТ-2 до КТ-3 складає 11,1 км.

Для першої контрольної точки КТ-1 встановлено, що загальна кількість транспорту складає 327 одиниць, серед якого 36% складають вантажівки (рис. 3.25). Оскільки даний пункт спостереження знаходиться на розвилці доріг: рух прямо – в'їзд у місто (вантажним автомобілям заборонено рух), а також поворот ліворуч – рух об'їзною дорогою. Середня кількість автотранспорту, яка змінює рух, повертаючи на об'їзну дорогу складає 65,44%. Дана дорога характеризується значним потоком транспорту і в день і вночі. Вночі переважають вантажні транспортні засоби до 68,4%.

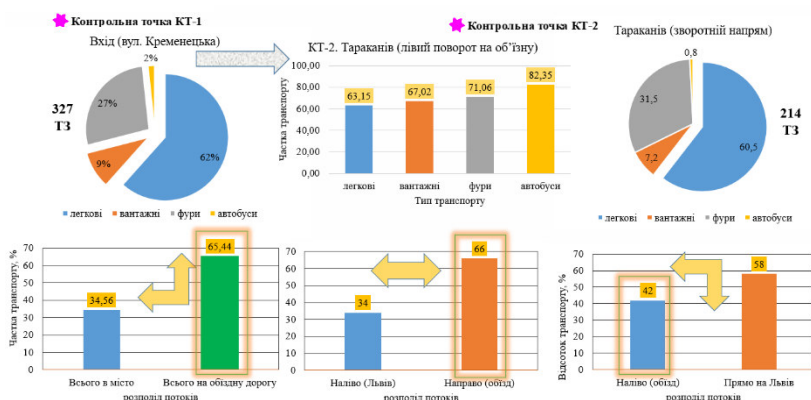


Рис. 3.25. Дослідження транспортних потоків об'їзної дороги

Проїхавши понад 3 км об'їзною дорогою і в'їхавши в с. Тараканів потік знову перерозподіляється на два напрями на розв'язці: перший – в сторону Львова і другий – поворот ліворуч в напрямі Рівного (Києва), Луцька.

Дослідження показують, що поворот направо на магістральну дорогу навколо Дубно здійснюють понад 66% від вхідного потоку, а в розрізі типів транспорту: 25,7% вантажні автомобілі, 38,9% – легкові автомобілі і решта автобуси.

Дослідження потоку транспорту зворотного напрямку (контрольна точка КТ-2) свідчать, що поворот наліво на об'їзду дорогу навколо Дубно здійснюють понад 42% від вхідного потоку, а в розрізі типів транспорту: 38,7% вантажні автомобілі,

60,5% – легкові автомобілі і решта автобуси (див. рис. 3.25). Зменшення кількості транспорту вказує на те, що значна кількість прямує в напрямі Львова.

Частка вантажних транспортних засобів за контрольною точкою КТ-3 складає 47,3%.

Дослідження швидкості транспортного потоку має ключове значення для комплексної оцінки ефективності дорожнього руху, забезпечення безпеки та економічної обґрунтованості транспортних проєктів. Аналіз отриманих результатів показав, що середня швидкість руху на відрізку між КТ-1 та КТ-2 становить 24 км/год, тоді як на ділянці від КТ-2 до КТ-3 – близько 50 км/год, що відображає різницю в інтенсивності руху та дорожніх умовах (рис. 3.26). Ці показники дозволяють оцінити пропускну здатність ділянок, визначити локальні вузькі місця та розробити заходи з оптимізації організації руху, що сприятиме підвищенню безпеки та ефективності транспортної інфраструктури.

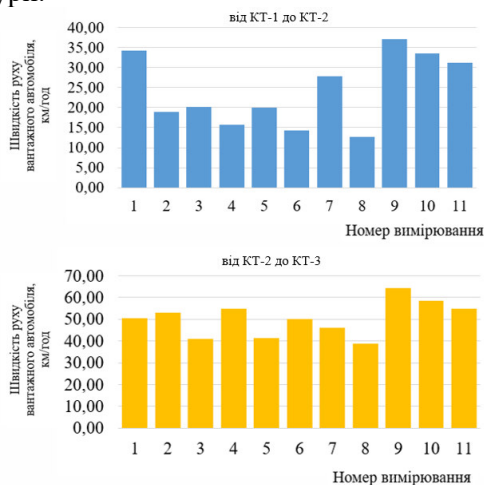


Рис. 3.26. Дослідження швидкості транспортного потоку існуючої об'їзної дороги

В роботі пропонується одне з альтернативних рішень щодо перехрещення доріг в одному рівні за контрольною точкою КТ-3 – концепція кільцевого перехрестя. Запровадження такого

рішення рекомендовано для підвищення ефективності функціонування об'їзної дороги та покращення умов безпечного сполучення між основними транспортними напрямками регіону.

З метою отримання даних щодо пропускної здатності перехрестя, обліку транспортних засобів здійснено перерахунок фактичної (дослідної) інтенсивності транспортного руху на змінену (проектну) інтенсивність руху перехрестям з круговим рухом (рис. 3.27). Розрахункова пропускна здатність в'їзду на перехрестя з круговим рухом складає 1641 авто/год з запасом пропускної здатності в 48%.

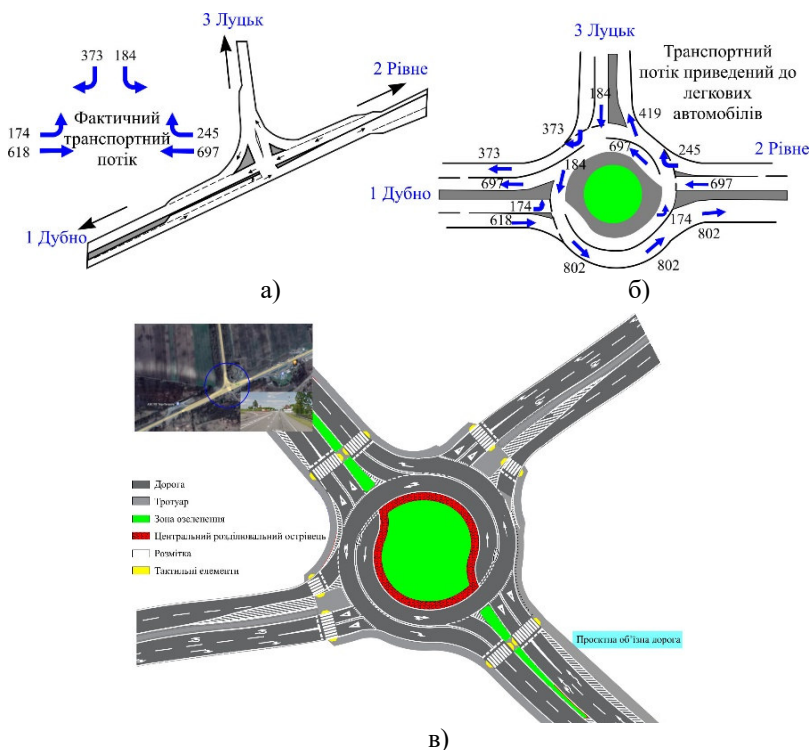


Рис. 3.27. Розподіл фактичних транспортних потоків існуючого перехрестя за контрольною точкою КТ-3 (а), скоригованих для перехрестя з круговим рухом (б) та його планувальна конфігурація (в) при проектному будівництві об'їзної дороги

Проектування об'їзної дороги навколо міста Дубно забезпечить скорочення маршрутів об'їзду на 46%, підвищення швидкості та безперервності руху, зменшення витрат часу користувачів на 57%, економію палива на 48% і зниження викидів забруднюючих речовин на 58% у розрахунку на один вантажний транспортний засіб.

Дослідження пішохідних потоків у місті Дубно є важливим елементом аналізу міської транспортної системи та громадського простору. Аналіз інтенсивності, напрямків і характеру пішохідного руху дає змогу визначити найбільш навантажені ділянки вулично-дорожньої мережі, оцінити рівень безпеки та виявити проблемні зони, зокрема поблизу перехресть, громадських об'єктів і транспортних вузлів.

У дослідженні враховано вікові відмінності пішоходів, що впливають на час перетину дороги. Час переходу наземного пішохідного переходу з острівцем безпеки, розташованого на відстані 5 м від перехрестя з круговим рухом становив 6–23 с, що є важливим параметром для оцінювання конфліктів між учасниками дорожнього руху (рис. 3.28).

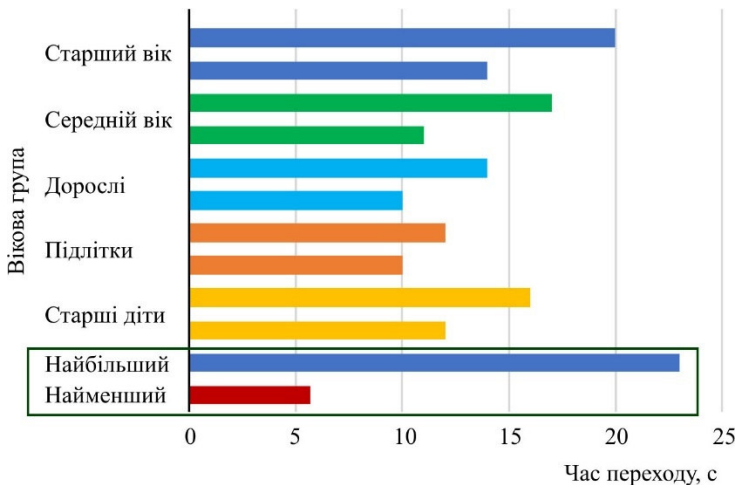
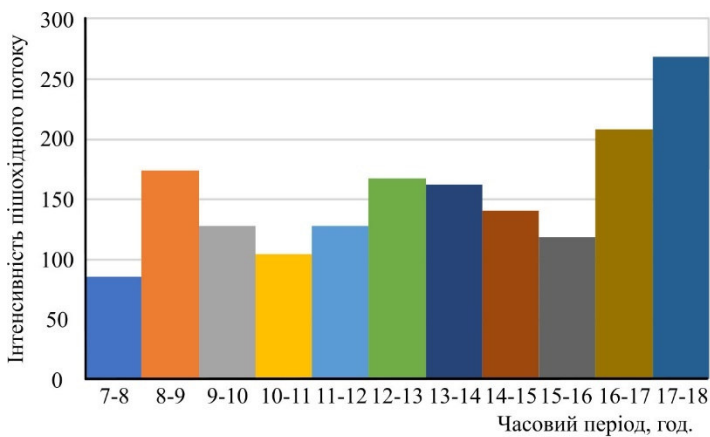


Рис. 3.28. Порівняльний аналіз середнього часу пішохідного переходу за віковими групами

Пішохідний потік протягом дня коливався в межах 82–264 осіб/год, із характерними піками в ранковий, обідній та вечірній час (рис. 3.29). Інтенсивність руху значною мірою визначається близькістю супермаркетів, аптек та інших місць щоденного відвідування, що створює підвищене навантаження на перехід у певні періоди.



8-9	ранковий пік через поїздки на роботу і навчання	13-14	незначне зменшення після обіднього піку
9-10	зниження після піку	14-15	помірний рівень
10-11	відносно спокійний період	15-16	зниження до вечірнього піку
11-12	помірний ріст перед обідом	16-17	вечірній пік після завершення робочого дня
12-13	обідній пік	17-18	максимальний рівень у кінець робочого дня

Рис. 3.29. Зміна інтенсивності пішохідного руху

З метою виявлення причин і особливостей незаконних переходів проведено спостереження на ділянці біля супермаркету «Торба» (були «Хмільники»), де регульований пішохідний перехід знаходиться у 50 м, але пішоходи регулярно перетинають дорогу поза встановленим місцем (рис. 3.30). Пішоходи обирають такий маршрут через прагнення скоротити час у дорозі та якнайшвидше дістатися до розташованих

навпроти об'єктів, зокрема аптеки, продуктового або продовольчого магазинів.



Рис. 3.30. Перехід дороги у недозволеному місці поруч супермаркету «Торба»

Спостереження здійснювали протягом дня з фіксацією кількості та умов правопорушень. Встановлено, що кількість порушень зростає у години з найбільшою пішохідною активністю, особливо в обідній та вечірній періоди (рис. 3.31). Частими є групові порушення, що збільшує небезпеку для водіїв, які не очікують раптової появи пішоходів у непередбаченому місці. Причини незаконних переходів пов'язані з прагненням скоротити шлях, недоліками інфраструктури та відсутністю контролю.

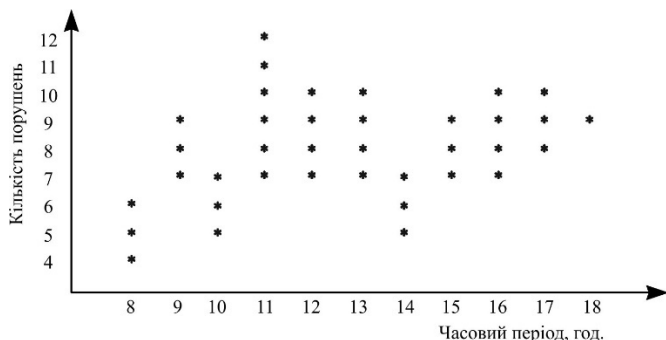


Рис. 3.31. Динаміка кількості зафіксованих порушень переходу дороги у недозволеному місці

На підставі виконаного дослідження пропонується комплекс заходів, спрямованих на підвищення безпеки та ефективності транспортного й пішохідного руху (додаток Д, рис. Д.4). Важливим компонентом є проведення інформаційних кампаній з безпеки руху та посилення контролю з боку відповідальних служб.

Таким чином, комплексний аналіз транспортного та пішохідного руху на вулиці Михайла Грушевського та в зоні перехрестя з круговим рухом показав, що основне навантаження на мережу створюють легкові транспортні засоби, а пропускна здатність перехрестя використовується лише частково, що свідчить про його ефективність у нинішніх умовах. Пішохідний рух характеризується значними добовими коливаннями та структурною прив'язкою до об'єктів міської інфраструктури. Незаконні переходи становлять вагомую проблему, що потребує як інженерних, так і поведінкових заходів впливу. Реалізація запропонованих рекомендацій здатна підвищити рівень безпеки та оптимізувати взаємодію всіх учасників дорожнього руху.

3.5.

Дослідження просторової організації маршрутної мережі міста в межах транспортної інфраструктури

Раціональна організація міського транспортного простору є одним із ключових чинників забезпечення сталого розвитку населених пунктів. Ефективна маршрутна система дозволяє зменшити транспортні витрати, оптимізувати потоки пасажирів та забезпечити збалансований розвиток міської інфраструктури. Для невеликих міст України, таких як Дубно, питання просторової організації транспортної системи набуває особливої ваги, оскільки вона безпосередньо впливає на доступність міського простору, мобільність населення та якість життя мешканців.

Маршрутна система міста є не лише відображенням існуючих транспортних потреб, але й елементом, що формує просторову структуру міського середовища. Її планування, конфігурація та взаємозв'язки з іншими видами транспорту визначають ефективність використання інфраструктури та рівень

інтегрованості різних міських зон. Просторовий аналіз маршрутної системи дає змогу виявити основні транспортні осі, вузли концентрації пасажиропотоків, а також диспропорції в обслуговуванні окремих районів міста [67; 68].

Незважаючи на компактні розміри, його транспортна інфраструктура має багатокомпонентну структуру, до якої входять автомобільна дорожня мережа, міські та приміські автобусні маршрути, а також залізничне сполучення. Саме така поєднаність різних видів транспорту формує основу просторової організації міських перевезень і визначає мобільність населення.

Основу транспортної системи становлять автомобільні дороги місцевого і районного значення, які поєднують центральну частину міста з житловими кварталами та промисловими зонами. Головні транспортні осі проходять через вулиці Грушевського, Данила Галицького, Мирогощанську, Кременецьку, які водночас слугують головними маршрутними напрямками автобусного руху.

Просторова організація маршрутної системи міста є результатом поєднання природно-планувальних, соціально-економічних та інфраструктурних чинників. У Дубні ця система сформована на основі історично складеної структури вулично-дорожньої мережі, яка відображає компактність міста та його полівекторний розвиток за основними магістральними вулицями, який визначає концентрацію транспортних потоків у центральній частині.

Система громадського транспорту в Дубні представлена громадським транспортом – автобусними перевезеннями у звичайному режимі. Саме такий транспорт найкраще забезпечує сполучення між житловими районами, адміністративним центром та приміськими населеними пунктами. Майже всі маршрути проходять через основну транспортну артерію «Центр – Базарчик». Така структура зручна для швидкого доступу до центральної частини міста, проте має низку обмежень: концентрація транспортних потоків спричиняє нерівномірне навантаження на дорожню інфраструктуру та ускладнює рух у години пік. У той же час периферійні райони мають дещо меншу

щільність маршрутів, що знижує рівень транспортної доступності окремих територій [69].

Просторова конфігурація відповідає масштабам міського середовища, проте потребує поступової оптимізації периферійних зв'язків з урахуванням зростання приміського населення та збільшення ролі трудових маятникових міграцій.

Для оцінювання ефективності функціонування маршрутної мережі громадського транспорту міста Дубно визначено комплекс показників, що характеризують рівень транспортної рухливості, просторову організацію та якість транспортного обслуговування населення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Оціночні показники розвитку та організації маршрутної мережі громадського транспорту міста Дубно

Рекомендоване*	Розрахункове	Оцінка відповідності	Характеристика
1	2	3	4
Рівень інфраструктурного покриття, $K_{\text{дост}}$			
$\geq 0,7$	0,82	Близький до нормативу	Загалом забезпечує доступність зупинок, однак окремі периферійні райони ще мають недостатнє охоплення
Добова транспортна рухливість населення R , поїздок / добу·особу			
1–2	1,03	Середній рівень мобільності	Пересування в більшості мають міських характер
Транспортна рухливість користувачів громадського транспорту $R_{\text{гт}}$, поїздок / добу·особу			
1–1,5	0,94	Помірна	Відповідна регулярність руху
Коефіцієнт використання транспортного потенціалу, $K_{\text{пот}}$			
0,8–1,0	0,91	Достатній	Громадський транспорт повністю покриває потреби мобільності населення

продовження табл. 3.2

1	2	3	4
Довжина маршрутів руху громадського транспорту, L			
5–20	6–14,5	В межах норми	Відповідає умовам середніх і малих міст
Щільність маршрутної мережі, км/км^2			
1,5–2,5	2,13	Оптимальна	Забезпечує належне територіальне охоплення
Коефіцієнт дублювання маршрутів громадського транспорту $K_{\text{дубл}}$			
1,5–3,5	2,36	В межах норми	Виявлено певне дублювання маршрутів
Маршрутний коефіцієнт $K_{\text{мар}}$			
2,0–3,5	2,8–3,2	Раціональний	Свідчить про сформовані транспортні коридори, окремі ділянки яких потребують перерозподілу
Коефіцієнт непрямолінійності маршрутів $K_{\text{нпр}}$			
1,2–1,3	1,8–5,1	Вищий за норму	Вказує на потребу оптимізації окремих трас маршрутів
Швидкість руху громадського транспорту (сполучення), V_c , км/год			
18–20	24–36	В межах або вище за певних умов	Свідчить про достатній рівень транспортної мобільності
Коефіцієнт забезпеченості зупинками $K_{\text{зуп}}$			
1,5–2,5	1,6–1,9	Оптимальний	Кількість зупинок відповідає довжині маршрутів і нормативним вимогам

* Примітка: Рекомендовані показники взято відповідно до ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів», а також методичних рекомендацій щодо оцінювання ефективності міських маршрутних систем.

Аналіз отриманих даних свідчить, що маршрутна мережа м. Дубно загалом відповідає нормативним вимогам за більшістю ключових показників. Щільність мережі забезпечує належне охоплення території міста, а середня швидкість руху громадського транспорту може перевищувати рекомендовані.

Підвищені значення середньої швидкості руху громадського транспорту в місті Дубно пояснюються комплексом сприятливих умов – невеликими транспортними потоками, короткою довжиною маршрутів та стабільним технічним станом доріг, а також окремими ситуативними випадками, коли водії вимушено рухаються швидше для компенсації затримок, наприклад спроби водіїв компенсувати втрачений час після зупинок на залізничних переїздах (додаток В, табл. В.3).

Підвищений коефіцієнт непрямої маршрутів свідчить про потребу в оптимізації трас окремих напрямків з метою скорочення часу поїздки та підвищення комфортності перевезень.

Водночас наявність окремих маршрутів із більшими значеннями цього показника (наприклад, «Звірогосподарство – завод ГТВ ч/з зал. вокзал, вул. Садова») може бути виправданою, оскільки вони забезпечують транспортне сполучення периферійних житлових районів, промислових зон або важливих соціальних об'єктів, де альтернативні напрямки руху відсутні.

Тому при плануванні доцільно зберегти такі маршрути як структурно важливі елементи мережі, але вдосконалити їх схеми руху шляхом скорочення зайвих петльових ділянок і покращення зручності пересадок.

Доцільно вжити заходів щодо стимулювання транспортної активності населення, зокрема шляхом покращення зручності пересування та оновлення рухомого складу. Окрім того, підвищення регулярності та пунктуальності руху сприятиме зростанню привабливості маршрутної мережі та формуванню сталих моделей транспортної поведінки населення.

Іншим важливим кроком підвищення ефективності міських перевезень, а також прозорості взаємодії між перевізниками, владою та пасажиром стало впровадження цифрових

технологій. Застосування системи Dozor City з 2020 року дозволяє візуалізувати конфігурацію маршрутної мережі (рис. 3.32) та здійснювати її просторово-часовий моніторинг. Отримані дані підтверджують, що маршрутна система Дубна характеризується високим рівнем покриття міської території – автобуси забезпечують доступ до більшості соціально значущих об’єктів у межах 10–15 хвилин пішохідної доступності від зупинок. Такий підхід формує основу для подальшого геоінформаційного аналізу ефективності транспортної системи.

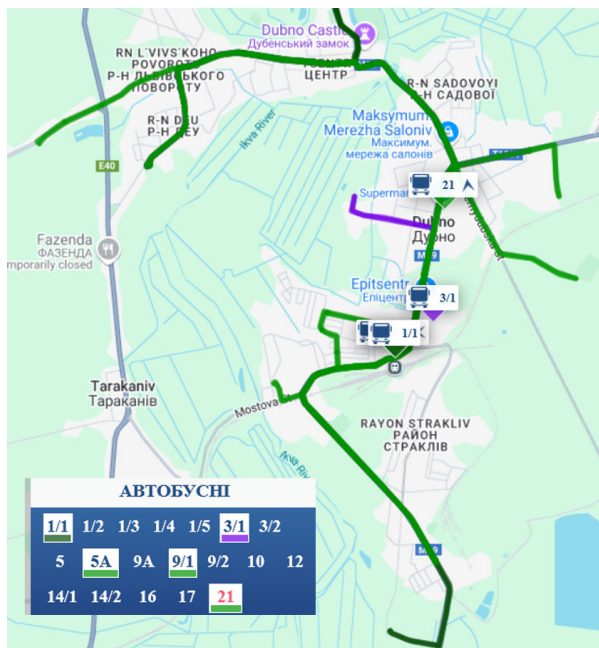


Рис. 3.32. Приклад відображення маршрутної мережі за окремими маршрутами в програмі Dozor City [70]

Дослідження динаміки розвитку маршрутної мережі дозволяє оцінити не лише кількісні зміни у транспортному забезпеченні, а й просторові наслідки таких трансформацій для міського середовища. В умовах невеликого міста, яким є Дубно,

будь-які зміни в кількості маршрутів або частоті руху відчутно впливають на рівень мобільності населення та транспортну доступність окремих районів. Згідно з даними моніторингу перевезень, у період 2020–2025 рр. у місті спостерігалася тенденція до поступового скорочення кількості автобусних маршрутів (рис. 3.33). Якщо у 2020 році функціонувало 28 маршрутів, то у 2025 році їх залишилося лише 19. Зменшення становить близько 27% від загальної кількості маршрутів. Середнє скорочення становить близько двох маршрутів на рік, що вказує на поступовий, але стабільний тренд раціоналізації маршрутної системи.

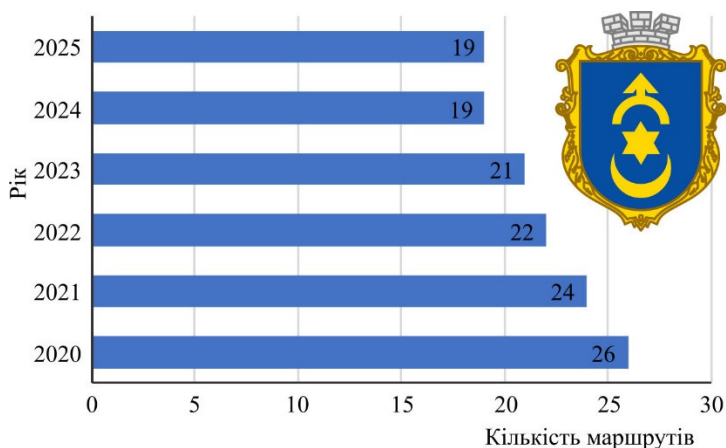


Рис. 3.33. Зміна кількості маршрутів громадського транспорту за останні п'ять років (2020–2024 рр.)

Найбільші зміни спостерігалися у 2021–2022 роках, коли через пандемічні обмеження та економічну нестабільність частина маршрутів була тимчасово або повністю закрыта. У 2022 році, під впливом зовнішніх кризових факторів (зокрема, збройної агресії на Україну), пасажиропотік різко зменшився – обсяги перевезень скоротилися більш ніж на чверть у порівнянні з попереднім роком. Це змусило перевізників переглянути економічну доцільність обслуговування окремих напрямків.

Водночас, починаючи з 2023 року, спостерігається поступове відновлення пасажиропотоку та стабілізація маршрутної мережі. У 2023–2024 роках кількість пасажирів зросла на 4,31% і 4,13% відповідно до попередніх періодів. Цей процес можна розглядати як початок посткризової адаптації транспортної системи до нових соціально-економічних умов. Окрім того, скорочення маршрутів потребувало оптимізації мережі – усуненням дублюючих напрямків і розосередження перевезень.

Причини зміни кількості маршрутів мають багатофакторний характер:

- демографічні чинники – відносне зменшення чисельності населення міста;
- економічні фактори – низька рентабельність перевезень і висока конкуренція між перевізниками;
- інфраструктурні обмеження – обмежена пропускна спроможність вуличної мережі;
- зростання приватної автомобілізації, що частково витісняє попит на громадський транспорт.

Важливим є те, що оптимізація маршрутної мережі не обмежується зменшенням кількості маршрутів – відбувається зміна конфігурації просторових зв'язків. Частина напрямків об'єднана або переорієнтована з урахуванням попиту, що дозволяє підтримувати ефективність перевезень при менших експлуатаційних витратах.

Отримані результати опитування свідчать про стійкий попит населення на послуги громадського пасажирського транспорту, навіть за умов наявності альтернативних способів пересування. Така тенденція зумовлена доступністю маршрутної мережі та зручністю розташування зупинок у межах міста, появою низькопідлогових автобусів більшої пасажиромісткості – 88% опитуваних все ж таки роблять свій вибір на користь громадського транспорту (рис. 3.34).

Водночас частка респондентів – 12%, які користуються власним транспортом, пересуваються пішки або велосипедом, відображає зміну транспортних уподобань населення у напрямку

більшої мобільності та незалежності від графіка руху громадського транспорту.

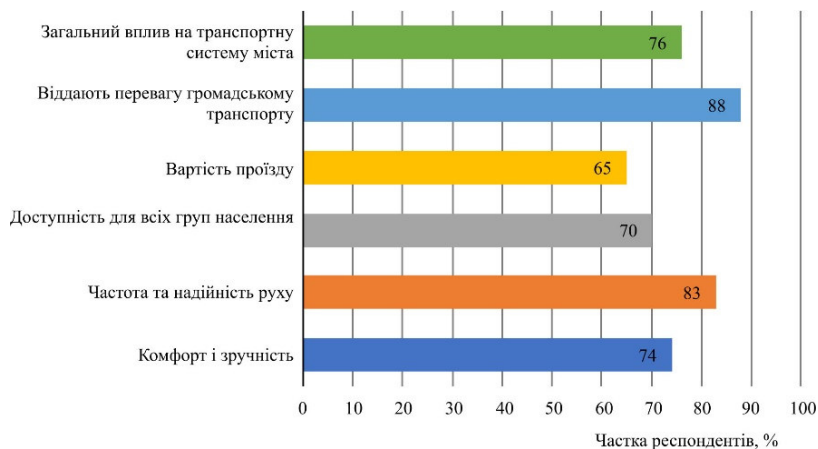


Рис. 3.34. Оцінка мешканцями міста Дубно якості послуг громадського пасажирського транспорту

Підвищення популярності велосипедного транспорту свідчить про поступову трансформацію транспортної поведінки та усвідомлення екологічних переваг такого виду пересування. Це підтверджує доцільність подальшого розвитку веломережі та інтеграції велосипедної інфраструктури з громадським транспортом, що сприятиме формуванню сталої міської мобільності [71].

Висока зосередження велосипедів і скутерів біля закладів освіти, що свідчить про активне залучення дітей та молоді до екологічних способів пересування (рис. 3.35). Обрання велосипедного транспорту дедалі частіше зумовлюється його доступністю, економічністю, зручністю на коротких дистанціях та позитивним впливом на здоров'я. Крім того, цей вибір відображає зміну ціннісних орієнтацій суспільства, зокрема підвищення уваги до активного способу життя.

Така тенденція підкреслює важливість створення безпечної та зручної інфраструктури поблизу шкіл, зокрема облаштування велопарковок, захищених маршрутів і заходів з підвищення

безпеки дорожнього руху. У довгостроковій перспективі це сприятиме формуванню культури сталого транспорту та зменшенню залежності від автомобілів у міському середовищі.



а)



б)

Рис. 3.35. Вибір альтернативного транспорту учнями закладів освіти:
а) – Дубенський ліцей № 8; б – Дубенська початкова школа

Таким чином, проведені дослідження просторової організації маршрутної мережі міста Дубно показали, що система громадського транспорту загалом відповідає масштабам міста та нормативним вимогам, забезпечуючи достатнє територіальне охоплення, прийнятний рівень транспортної рухливості населення і задовільну швидкість сполучення, однак характеризується концентрацією маршрутів у центральній частині міста та підвищеною непрямолінійністю окремих напрямків, що зумовлює нерівномірне навантаження на вулично-дорожню мережу і потребу подальшої оптимізації просторових зв'язків, особливо з периферійними районами; водночас виявлена тенденція до раціоналізації маршрутної мережі у 2020–2025 роках, збереження високого попиту населення на громадський транспорт та зростання ролі альтернативних видів пересування, зокрема велосипедного, формують підґрунтя для впровадження комплексних заходів з удосконалення маршрутної структури й розвитку сталої міської мобільності.

Місто Дубно, яке є одним з помітних центрів Рівненської області, який характеризується активним соціально-економічним та просторовим розвитком, що спричиняє збільшення кількості мешканців і розширення міських меж. За таких умов питання ефективного функціонування громадського транспорту набуває особливого значення, адже саме він забезпечує щоденну мобільність населення та є базовим елементом міської транспортної системи.

Пересування містом громадським транспортом, попри витрати часу, має забезпечувати пасажирів прийнятні умови перебування в дорозі. Для цього здійснено оцінку роботи маршрутного пасажирського транспорту Дубна з позицій користувача (рис. 3.36).

Процес поїздки, якщо розглядати його через призму комфортності, можна умовно поділити на послідовні етапи:

1. Підхід до зупинки. Більшість пасажирів прагне дістатися зупинки якнайшвидше; орієнтовно цей процес займає 5–10 хвилин. Частина користувачів орієнтується на графік руху, що дещо скорочує час очікування.

2. Очікування на зупинці. У цей проміжок часу пасажирів відчують певну напругу, оскільки тривалість очікування варіюється в межах 3–12 хв.

3. Посадка в автобус. Пасажири проходячи в салон, здійснюють оплату. У години пік кількість пасажирів на зупинці може досягати п'яти і більше осіб, що спричиняє певну конкуренцію за місця. Процес посадки триває близько 1–2 хвилин.

4. Перебування в салоні. Саме під час руху формується основне відчуття зручності. Через високу наповненість салону, особливо у ранкові та вечірні години, виникають ситуації тисняви, підвищеної температури та психологічного дискомфорту. Середня тривалість поїздки становить 10–30 хвилин.

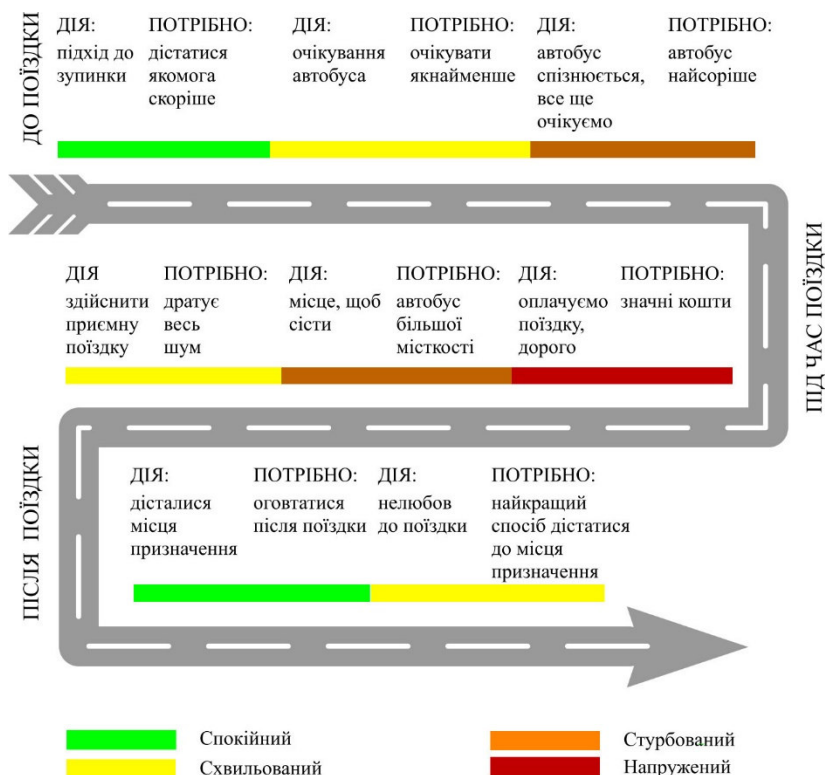


Рис. 3.36. Сприйняття поїздки в громадському транспорті очима пасажирів

5. Вихід з автобуса. Пасажири проходять до виходу, часто відчуючи втому чи роздратування. Процес виходу триває до 1 хвилини.

6. Досягнення пункту призначення. Після прибуття спостерігається певне зниження рівня енергії, навіть якщо поїздка тривала недовго.

У міру збільшення тривалості подорожі відчуття комфорту поступово знижується. На це впливають такі чинники, як щільність пасажиропотоку, невідповідність місткості автобуса реальній кількості пасажирів, порушення температурного режиму та недостатня транспортна дисципліна користувачів.

Для підвищення комфортності варто враховувати умови початку поїздки: організацію впорядкованої черги, інформування пасажирів на зупинках за допомогою електронних табло, дотримання графіка руху тощо. Отримані від пасажирів оцінки є важливим зворотним зв'язком для перевізників, дозволяючи визначити реальний рівень задоволеності та своєчасно реагувати на потреби користувачів.

Аналіз добової динаміки пасажиропотоків у місті Дубно демонструє чітко виражені пікові інтервали інтенсивності перевезень, які повністю корелюють зі структурою соціально-економічної активності населення (рис. 3.37).

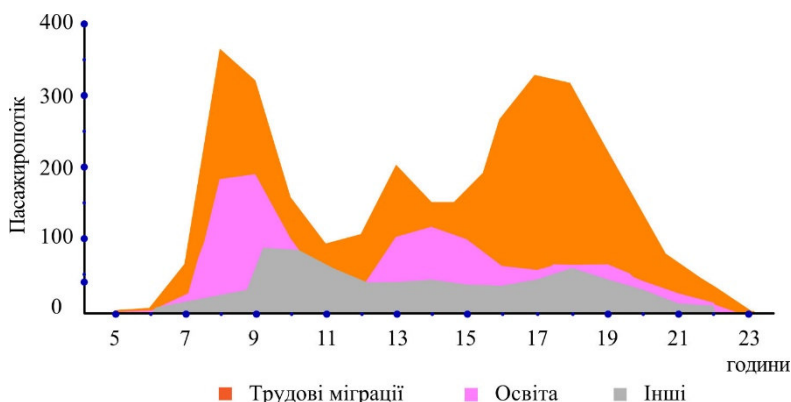


Рис. 3.37. Динаміка зміни пасажиропотоку в місті Дубно

Найбільше навантаження на міську транспортну систему спостерігається у ранкові години. Саме в цей період формується максимальний пасажиропотік, який зумовлений трудовою міграцією – мешканці міста прямують на роботу. На графіку ця група має найбільшу питому вагу, виразно переважаючи інші категорії пасажирів. Також у ранкові години відзначається підвищення мобільності учнів та студентів, що проявляється у збільшенні пасажиропотоку, пов'язаного з освітніми поїздками.

Упродовж середини дня пасажиропотік знижується, але зберігає стабільний рівень. Саме в цей час домінують поїздки: учнів після закінчення навчання; нетрудового населення –

передусім пенсіонерів та інших соціальних груп, для яких характерні рівномірні поїздки протягом дня. Ця категорія формує відносно плавний, без різких коливань пасажиропотік, який створює загальний фон середньоденної мобільності.

Друга хвиля інтенсивності припадає на вечірній час. Цей період пов'язаний з поверненням населення з роботи, тому, як і вранці, домінує трудова міграція. Вечірній пік за масштабами дещо менший або приблизно співставний із ранковим, але відзначається вищою рівномірністю та тривалішою фазою. Освітні та інші категорії пасажирів у цей час становлять значно меншу частку.

Пасажиропотік поступово знижується до мінімальних значень. У цей час основними пасажирами залишаються окремі представники нетрудової групи та поодинокі переміщення, що не формують значного навантаження.

Розглянемо пасажирообмін на маршруті № 1 «Цукровий завод – Міська лікарня, через вул. Волицька» у ранковий піковий період, який характеризується вираженою асиметричністю та значною концентрацією переміщень у напрямку від житлових районів до центральних і ділових зон міста (рис. 3.38). На початкових зупинках, включаючи вул. Волицьку та Цукровий завод, спостерігається посадка пасажирів. Інтенсивність руху тут зростає поступово, оскільки до транспортного засобу підходять мешканці прилеглих районів, формуючи початковий обсяг пасажиропотоку.

На зупинках «М'ясокомбінат», «Залізничний вокзал», «5 школа» фіксується інтенсивне зростання пасажирообміну. Саме в цей період здійснюється найбільша посадка, адже маршрут проходить густонаселеними мікрорайонами. Одночасно зростає інтенсивність висадки пасажирів, оскільки частина поїздок завершується біля важливих соціальних об'єктів, перехресть та виробничих підприємств.

У середній частині маршруту (зупинка «Базарчик») формується максимальне навантаження на транспортний засіб, що відповідає піковому періоду ранкового сплеску мобільності. Тут маршрут перетинає ключові транспортні коридори (дублюється з іншими маршрутами), які формують додатковий

потік людей, котрі прямують до центру, шкіл, офісів та інших установ міста.

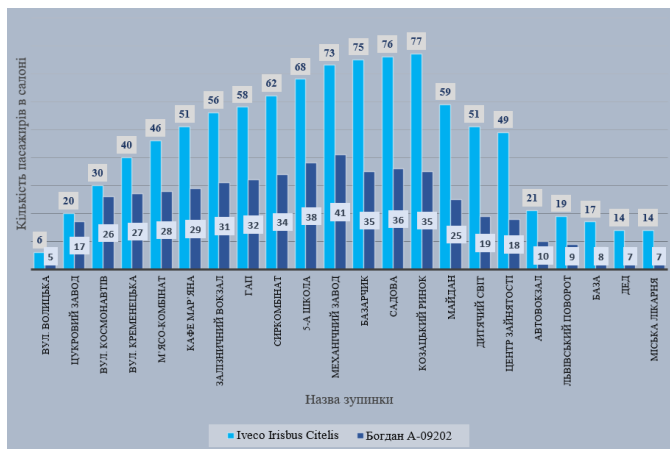


Рис. 3.38. Характеристика пасажирообміну на маршруті № 1 у ранковий піковий період

Значний пасажирообмін спостерігається на «Майдані Незалежності» та «Автовокзалу» (переважно висадка пасажирів). Ці зупинки виконують роль головних вузлів, що підсилює інтенсивність обміну пасажирів. Наявність поблизу міжміських сполучень також впливає на збільшення загального обсягу пересадкових потоків.

У завершальній частині маршруту, включно із зупинками «База», «ДЕД» та «Міська лікарня», рівень пасажирообміну значно зменшується, адже більшість із них уже досягає кінцевих точок своїх поїздок. Невелика кількість нових посадок перед кінцевою є стабільною та пов'язана з локальною потребою мобільності мешканців прилеглих районів. Транспортний засіб прибуває на кінцеву з уже помітно меншою кількістю пасажирів.

У зворотному напрямку маршрут у вечірній піковий період демонструє майже дзеркальну інтенсивну динаміку пасажирообміну (головні потоки переміщуються у протилежному напрямку).

У центральній частині маршруту, зокрема в районі «Автовокзалу», «Майдан Незалежності» та інших зупинок, розташованих поблизу торговельних, адміністративних та сервісних об'єктів, спостерігається інтенсивна посадка пасажирів. Саме тут формується основний обсяг вечірнього пасажиропотоку, оскільки мешканці повертаються додому після роботи, навчання або завершення щоденних справ. На деяких ділянках салон може заповнюватися до високих показників, особливо у часовому інтервалі 17:00–18:30 год, коли активність пасажирів є найбільшою. У міру віддалення від центральних районів інтенсивність посадки зменшується, а переважаючою стає висадка пасажирів.

Коефіцієнт заповнюваності салону маршруту № 1 має динамічний характер і змінюється залежно від інтенсивності пасажиропотоку на різних ділянках (рис. 3.39). На перших зупинках транспорт рухається з низьким рівнем заповнення – салон наповнюється поступово, у міру накопичення пасажирів у житловому секторі. Цей етап характеризується комфортними умовами перевезення та невисоким навантаженням на місткість автобуса.

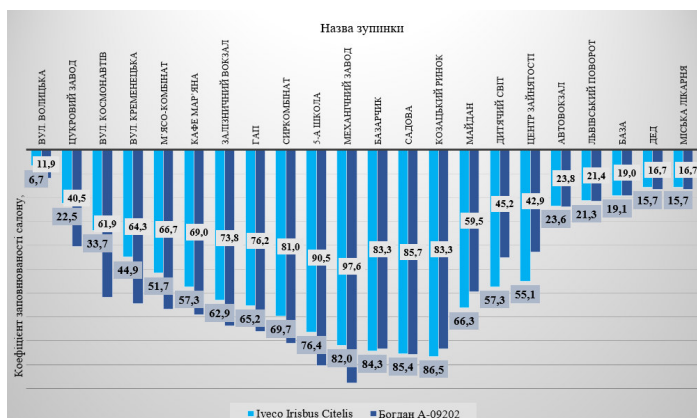


Рис. 3.39. Зміна коефіцієнта заповнюваності салону на маршруті № 1

У середній частині маршруту коефіцієнт заповнюваності різко зростає, максимальних значень він досягає між зупинками

«5 школа» – «Базарчик», що повністю відповідає типовим закономірностям ранкового піку. У цей період салон часто заповнений на 70–90% від номінальної місткості, що свідчить про сформований стійкий пасажиропотік у напрямку ключових об'єктів соціально-економічної активності. Під час руху через ці ділянки транспорт оперує в умовах високого навантаження, часом на межі пропускної здатності салону.

Після проходження основних ділових вузлів коефіцієнт заповнюваності починає поступово зменшуватися. Частина пасажирів завершує поїздки в центральних районах, що призводить до зниження загальної кількості людей у салоні. На ділянці від Автовокзалу до Міської лікарні рівень заповнення зменшується до низьких значень.

Порівняння коефіцієнта заповнюваності салону автобуса підвищеної місткості (89 пасажирів, Iveco Irisbus Citelis) із класичним автобусом Богдан А-09202 показує суттєву різницю у характері навантаження на всьому протязі маршруту. Автобус більшої місткості демонструє нижчі значення заповнення на більшості зупинок, що зумовлено значно більшим резервом вільного простору при однаковому пасажиропотоці. Це забезпечує стабільніші умови перевезення та зменшує ризик переповнення навіть у зонах підвищеного попиту, таких як «Залізничний вокзал», «5 школа». Натомість Богдан А-09202 на цих самих ділянках досягає значно вищих коефіцієнтів заповнюваності – подекуди понад 80–90%, а на окремих зупинках навіть наближається до межового рівня завантаження. На зупинці маршруту «Базарчик», де пасажиропотік максимальний, класичний автобус працює майже на граничній місткості, що свідчить про недостатній запас провізної спроможності. У зонах зменшеного навантаження різниця між обома моделями також зберігається: Iveco має помірні значення заповнення, тоді як Богдан демонструє дещо підвищені, що підтверджує його чутливість до коливань пасажиропотоку.

Загалом автобус підвищеної місткості забезпечує більш рівномірний розподіл пасажирів і комфортніші умови перевезень, тоді як Богдан А-09202 швидко досягає високої заповненості, що вказує на його обмежений запас місткості та

меншу відповідність потребам інтенсивних міських маршрутів (табл. 3.3).

Таблиця 3.4

Порівняльна характеристика добової заповнюваності салону автобусів різної місткості

Параметр	Iveco Irisbus Citelis (89 пас.)	Богдан А-09202 (40 пас.)
Середнє заповнення	45–60%	55–85%
Завантаження у піку	середнє / високе	дуже високе, можливе перевантаження
Комфортність у піку	вища	нижча
Пропускна здатність на маршрут	більша	менша

На основі наведених даних та застосуванні моделі оцінки рівня дискомфорту пасажирів від кількості осіб у салоні (див. розділ 2, формула 2.27) порівняємо за пасажиронаповненням маршруту № 1 «Цукровий завод – Міська лікарня, через вул. Волицька»: в класичному автобусі Богдан А092 середнього класу, а також в автобусі підвищеної пасажиромісткості Iveco Irisbus Citelis.

Для практичного застосування моделі оцінювання комфортності пасажирських перевезень визначено числові значення параметрів, що відображають поведінкову реакцію пасажирів на зміни заповнення салону (значення коефіцієнтів α , β та γ залежать від типу транспортного засобу, умов експлуатації, тривалості поїздки та загальної місткості автобуса) – табл. 3.3.

Таблиця 3.4

Індивідуальні параметри моделі для різних типів міського транспорту

Тип транспорту	α	β	γ	Характер
Автобус середнього класу (Богдан А092)	1,0	1,5	0,5	Типова міська ситуація, пасажирів швидко втрачають комфорт при переповненні
Великий автобус / низькопідлоговий (Iveco Citelis)	0,9	1,3	0,3	Більш плавне зростання дискомфорту

Для моделювання було розглянуто зміну дискомфорту залежно від кількості пасажирів, які займають сидячі та стоячі місця (рис. 3.40). При цьому враховано збільшення пасажиромісткості до 110%.

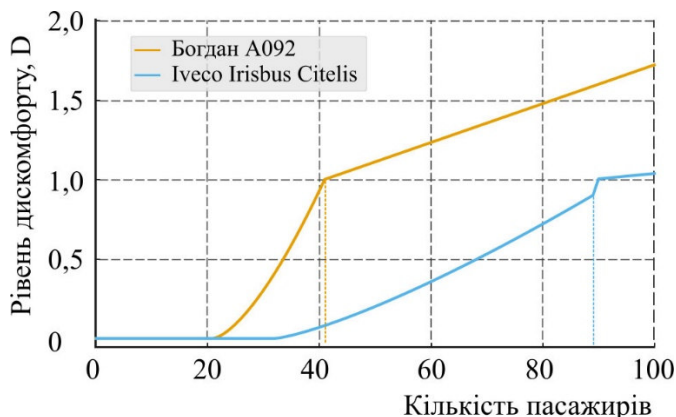


Рис. 3.40. Залежність рівня дискомфорту пасажирів від кількості осіб у салоні для автобусів Богдан А092 та Iveco Irisbus Citelis

Результати показують, що крива дискомфорту для Iveco має більш пологий характер: навіть при зростанні кількості пасажирів комфортність знижується повільніше. Навпаки, для автобуса Богдан спостерігається різке підвищення рівня незручності після перевищення кількості сидячих місць. Це підтверджує, що використання автобусів більшої пасажиромісткості сприяє зменшенню середнього рівня дискомфорту (у середньому $D \approx 0,46$ проти $D \approx 0,74$ для Богдан А092).

Загалом рівень дискомфорту в автобусі Богдан А092 приблизно удвічі вищий, ніж у Iveco Irisbus Citelis, що підтверджує доцільність використання транспортних засобів підвищеної пасажиромісткості для покращення комфортності поїздок.

Комфортність пасажирських перевезень є одним із ключових показників якості функціонування міського громадського транспорту, що безпосередньо впливає на

задоволеність пасажирів та рівень привабливості автобусних перевезень. В умовах зростання мобільності населення та нерівномірного пасажиропотоку особливої актуальності набуває оцінювання впливу завантаження транспортних засобів і тривалості поїздки на суб'єктивне сприйняття умов перевезення. У цьому контексті дослідження комфортності поїздки з використанням бальної системи дозволяє кількісно охарактеризувати ступінь дискомфорту пасажирів залежно від експлуатаційних параметрів автобусів та сформувати обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації організації міських перевезень у місті Дубно.

Поданий графік (рис. 3.41) відображає залежність рівня комфорту поїздки, вираженого у бальній системі, від ступеня завантаження автобуса та тривалості поїздки в умовах міста Дубно.

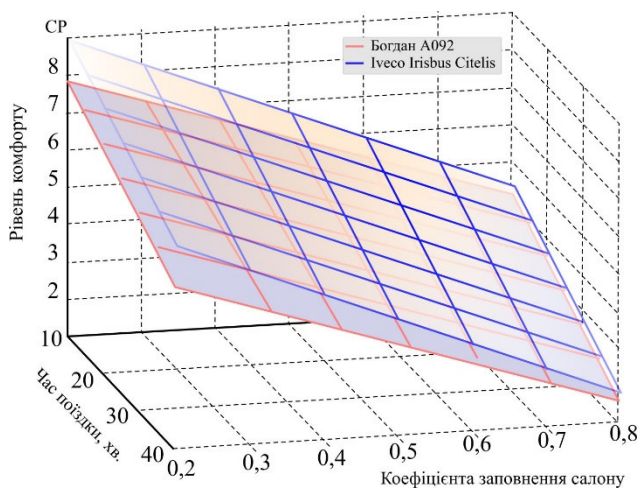


Рис. 3.41. Залежність бальної оцінки комфортності поїздки від пасажирського навантаження та тривалості руху

Зі зростанням пасажирського коефіцієнта заповнення салону спостерігається чітка тенденція до зниження бальної оцінки комфорту, що зумовлено зменшенням вільного простору,

появою тілесного контакту між пасажирами та ускладненням умов пересування в салоні. Одночасно збільшення часу поїздки за високого рівня завантаження посилює відчуття дискомфорту, оскільки тривале перебування в обмеженому просторі призводить до фізичної втоми та психологічного напруження. Найвищі значення комфорту відповідають коротким поїздкам за низького завантаження автобуса, тоді як мінімальні бальні оцінки характерні для тривалих поїздок у переповненому салоні. Отримана залежність підтверджує доцільність регулювання інтервалів руху та використання автобусів відповідної пасажиромісткості для підтримання прийняттого рівня комфорту перевезень у місті.

Використання автобусів підвищеної пасажиромісткості з низькопідлоговою конструкцією має ключове значення для формування доступної, інклюзивної та ефективної системи міського транспорту. Низький рівень підлоги забезпечує швидкий і зручний доступ до салону для всіх категорій пасажирів без необхідності долати сходи, що особливо важливо для осіб з інвалідністю, людей похилого віку, пасажирів з дитячими візками та маломобільних груп населення. Наявність спеціально облаштованих місць для перевезення пасажирів у інвалідних візках, а також для дитячих візків, підвищує комфорт і безпеку поїздок та відповідає сучасним вимогам універсального дизайну. У поєднанні з великою пасажиромісткістю такі автобуси сприяють зменшенню перевантаженості маршрутів, підвищенню якості транспортного обслуговування та соціальній інтеграції всіх користувачів громадського транспорту.

Пасажири загалом демонструють позитивне ставлення до автобусів підвищеної пасажиромісткості з низькопідлоговою конструкцією, сприймаючи їх як більш сучасний, зручний і соціально орієнтований вид громадського транспорту (рис. 3.42). Зручний вхід без сходинок, просторий салон та наявність спеціально облаштованих місць для осіб з інвалідністю і пасажирів з дитячими візками формують відчуття комфорту, турботи та рівного доступу для всіх користувачів. Крім того, такі автобуси асоціюються у пасажирів з підвищеною надійністю, швидшим обміном пасажирів на зупинках і загальним

покращенням якості перевезень, що сприяє зростанню довіри до громадського транспорту та готовності частіше ним користуватися.



Рис. 3.42. Приклад активного використання низькопідлогового автобуса пасажирями з дитячими візками

Узагальнюючи, можна констатувати, що впровадження автобусів підвищеної пасажиромісткості з низькопідлоговою конструкцією є важливим кроком у підвищенні ефективності та якості міських пасажирських перевезень. Такі транспортні засоби забезпечують доступність громадського транспорту для всіх категорій населення, сприяють скороченню часу посадки та висадки пасажирів і підвищують рівень комфорту поїздок. У результаті формується позитивне сприйняття громадського транспорту, зростає довіра пасажирів та створюються передумови для сталого розвитку міської транспортної системи.

Таким чином, результати оцінювання характеристик сприйняття пасажирями рівня комфорту можуть бути використані як об'єктивний та наочний аналітичний інструментарій для формування й обґрунтування подальших оптимізаційних стратегій діяльності перевізників. Застосування таких результатів сприяє підвищенню комфортності поїздок у умовах конкурентного ринку транспортних послуг, а також забезпечує можливість комплексної та аргументованої оцінки якості наданих послуг під час укладання договорів на організацію перевезень пасажирів громадським транспортом.

Дослідження планувальних особливостей формування зупинкової інфраструктури в системі міського транспорту

Система громадського транспорту є одним із ключових компонентів міської інфраструктури, що безпосередньо впливає на соціально-економічну динаміку населених пунктів. Ефективність її функціонування залежить не лише від технічного стану рухомого складу, частоти рейсів або організації маршрутів, а й від якості інфраструктурних елементів, серед яких особливе місце посідають зупинки. Саме вони забезпечують безпечний, комфортний і прогнозований процес пересування пасажирів, визначаючи зручність користування громадським транспортом.

Сучасні соціально-економічні умови та стратегічний курс України на європейську інтеграцію зумовлюють необхідність комплексної модернізації транспортної системи, зокрема рухомого складу, вулично-дорожньої мережі та елементів транспортної інфраструктури, серед яких особливе місце посідають зупинки громадського транспорту. З огляду на те, що громадський транспорт у місті Дубно, як і в більшості міст України, здійснює регулярні пасажирські перевезення за визначеними маршрутами та часовими інтервалами, процеси посадки й висадки пасажирів мають відбуватися у спеціально облаштованих і заздалегідь визначених пунктах – зупинках.

Зупинка громадського транспорту – це не просто місце для короткочасного очікування. Вона виконує роль вузлової точки взаємодії пасажирів із транспортною системою. Добре спроектований зупинковий пункт повинен відповідати трьом базовим вимогам: доступності, безпеці та функціональності. Під доступністю розуміється зручний підхід для всіх категорій пасажирів, включно з маломобільними групами населення; безпека передбачає наявність необхідних огорожень, які відокремлюють пішоходів від руху транспорту; функціональність – достатній простір для очікування, посадки та висадки без перешкод для пішохідного потоку [72; 73].

Для оцінки компонувальних рішень (внутрішньої структури об'єкта) зупинок виділено п'ять основних параметрів

їх облаштування (див. додаток В, табл. В.4): наявність дорожнього знаку «Зупинка громадського транспорту», тверде покриття посадкової площадки, присутність огорожувальних елементів, наявність смітника, освітлення території.

Такі рішення було обрано з огляду на їхню універсальність та ключову роль у формуванні безпечного й комфортного середовища для пасажирів. Визначені параметри є базовими елементами функціонування зупинок громадського транспорту та безпосередньо впливають на зручність користування, орієнтацію пасажирів і рівень безпеки. Сукупно ці показники дозволяють об'єктивно оцінити рівень облаштування та виявити пріоритетні напрями подальшого їх удосконалення.

В цілому дослідження реального стану зупинкової інфраструктури у місті Дубно свідчить про наявність окремих недоліків, які не мають критичного характеру та можуть бути усунуті шляхом цілеспрямованих заходів з благоустрою та модернізації. Серед основних – відсутність єдиного архітектурного стандарту, неоднаковість конструктивних рішень, недостатність навісів та освітлення, а подекуди – відсутність смітників і дорожніх знаків. Окремі посадкові майданчики не мають необхідної твердості покриття, що ускладнює пересування людей з інвалідністю та створює небезпеку під час негоди. Встановлено, що більшість об'єктів мають базові елементи облаштування – дорожній знак та тверде покриття, проте лише окремі відповідають повному набору вимог (рис. 3.43). Зокрема, до повнофункціональних можна віднести зупинки «Майдан Незалежності», «Базарчик», «Сиркомбінат» та «Цукровий завод», де забезпечено належний рівень благоустрою та освітлення. Водночас периферійні пункти часто не обладнані смітниками або навісами, що знижує загальний комфорт користування. Розміщення табличок з назвами або розкладом ускладнює їх сприйняття, а відсутність контрастного шрифту і достатнього підсвічування робить інформацію малопомітною в темний час доби. Ситуація ускладнюється відсутністю заїзних кишень на низці зупинок, зокрема зупинка «Садова», що призводить до тимчасового блокування смуги руху під час посадки й висадки пасажирів.

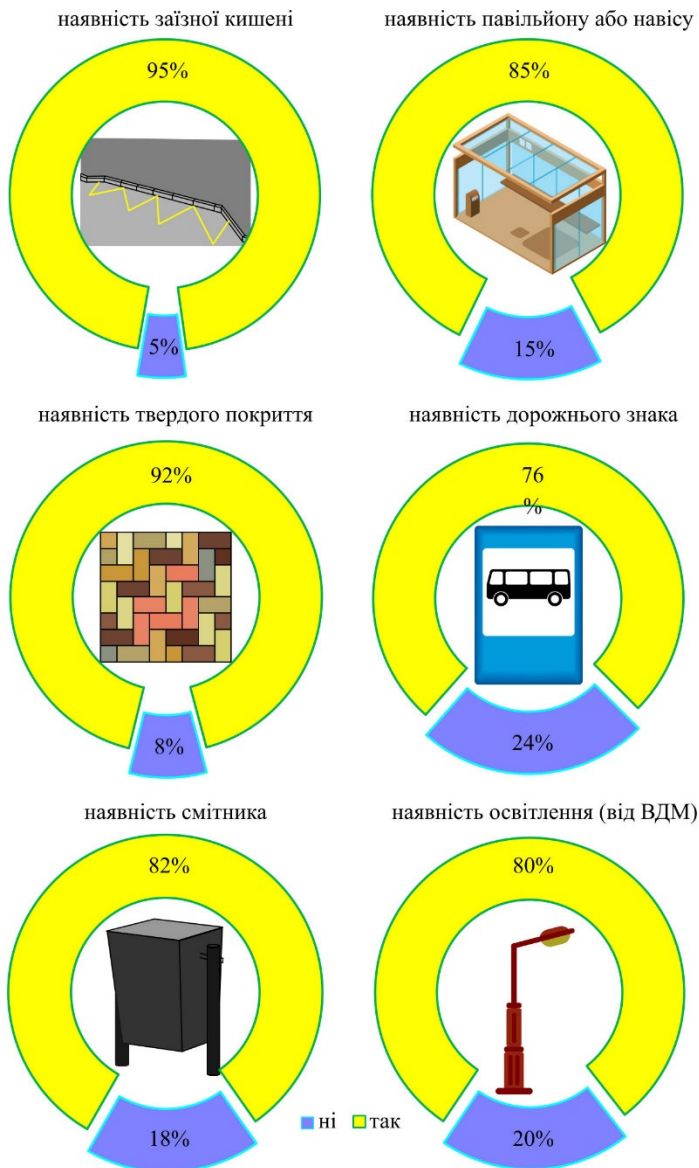


Рис. 3.43. Оцінка компоувальних рішень зупинок громадського транспорту

Одним із ключових чинників ефективного функціонування міського пасажирського транспорту є інформаційна доступність. Вона визначає здатність пасажирів орієнтуватися у транспортній мережі, самостійно планувати маршрут і своєчасно здійснювати пересадку. Автобусна зупинка у цьому контексті виступає основним інформаційним вузлом, який забезпечує взаємодію користувача із системою громадського транспорту. Наявність чітких, зрозумілих і візуально помітних інформаційних елементів – необхідна умова організації комфортного транспортного середовища. Без належної навігації пасажир втрачає орієнтацію у просторі, що призводить до зниження довіри до громадського транспорту та зменшення його конкурентоспроможності.

Дослідження підтверджують, що рівень інформативності безпосередньо пов'язаний із відчуттям безпеки, автономності та задоволеності користувачів. Пасажири, які мають повний доступ до транспортної інформації, швидше орієнтуються, рідше запізнюються і демонструють вищу лояльність до системи перевезень.

Для оцінювання інформативної якості міських зупинок обрано критерії: наявність таблички з назвою зупинки, спосіб подачі інформації (статична панель або електронне табло), розміщення розкладу руху та схеми маршрутів, можливість розміщення додаткових повідомлень (соціальних, рекламних, сервісних), наявність великих шрифтів або дублювання інформації для користувачів з порушеннями зору.

З метою узагальнення дані було згруповано за рівнем інформативного наповнення – від базового до розширеного (див. додаток В, табл. В.5), а результати зведено в табл. 3.5. Варто зазначити, що система подання інформації має забезпечувати одночасну часову та просторову орієнтацію користувача. Інформативні елементи можуть функціонувати як єдиний комплекс, адаптований до потреб пасажирів, при цьому кожен з них виконує окрему роль. Чим ширший набір характеристик має інформативна панель, тим ефективніше вона реалізує свою головну мету – забезпечення орієнтації в міській транспортній системі.

Таблиця 3.5

Інформативне забезпечення зупинок

Інформативний рівень	Характеристика інформативного наповнення	Типові приклади зупинок	Примітки
Базовий	Лише табличка з розкладом руху	«Кафе Мар'яна», «Козацький ринок»	Мінімальний рівень зручності, відсутність орієнтирів для пасажирів
Середній	Є маркування зупинки, табличка з розкладом руху, частково доступна маршрутна інформація	«Міська лікарня», «Залізничний вокзал», «Сиркомбінат»	Інформація обмежена, не завжди оновлюється
Підвищений	Розширений набір елементів: табличка, графік, карта маршрутів, місце для додаткової інформації	«Майдан Незалежності»	Високий рівень інформативності для більшості користувачів
Оптимальний	Наявність електронного табло, чітке маркування, інтерактивні або візуальні засоби	«Базарчик», «Цукровий завод»	Достатній рівень комфорту

Узагальнюючи результати аналізу, можна зазначити, що інформативне оформлення більшості міських зупинок є однотипним, проте обмежується мінімальним набором даних – назвою зупинки та розкладом руху. При цьому інформативні панелі розташовані таким чином, що для ознайомлення з ними пасажирові необхідно підійти безпосередньо до павільйону, адже з відстані назва об'єкта майже не читається (рис. 3.44).

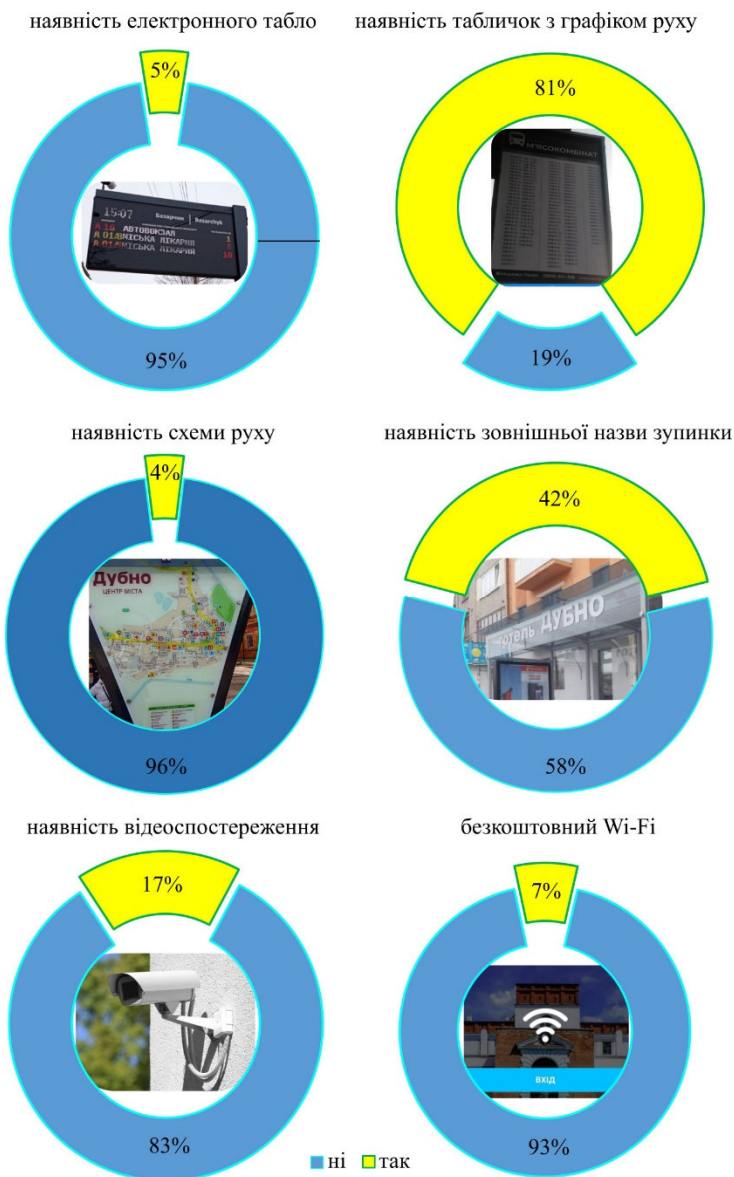


Рис. 3.44. Особливості формування інформативного середовища зупинок міського пасажирського транспорту

Відповідно до положень ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» і практики транспортного планування європейських міст, оптимальна відстань між зупинками громадського транспорту визначається типом території та категорією вулиці (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Рекомендована відстань між зупинками

Тип території	Рекомендована відстань між зупинками	Коментар
Центральна частина міста	300–400 м	Забезпечує високу доступність, актуально для пішохідно орієнтованих зон
Середня (житлова) зона	400–600 м	Компроміс між швидкістю сполучення та доступністю
Периферійні райони	600–800 м (іноді до 1000 м)	Оптимально для зниження часу рейсу і витрат палива

Порівняльний аналіз свідчить, що фактичні відстані між зупинками громадського транспорту міста Дубно в цілому відповідають чинним нормативним рекомендаціям, середня відстань між зупинками становить 440–490 м. Ці значення відповідають середньоєвропейським показникам і свідчать про задовільний рівень планувальної організації маршрутної мережі. Водночас виявлено окремі ділянки, де нерівномірність розташування зупинок призводить до утворення зон зниженої транспортної доступності – переважно у районах нової житлової забудови.

Близько 25% населення мають зупинку в безпосередній близькості (до 200 м), ще приблизно 61% мешканців – у межах комфортного радіуса до 500 м, що є свідченням збалансованої структури транспортної доступності.

Проведений аналіз засвідчив, що загальний рівень облаштування зупинкових пунктів у місті є середнім. Основними напрямами компонувальних рішень удосконалення виступають:

- уніфікація конструкцій з урахуванням єдиного дизайну та міської айдентики;

- модернізація освітлення та встановлення енергоощадних світильників;

- подальша реалізація та дотримання вимог доступності для маломобільних груп населення (занижені бордюри, тактильні плитки, пандуси);

- облаштування інформаційних елементів із чіткою графікою та електронними системами оповіщення;

- озеленення територій поблизу зупинок для зниження рівня шуму та покращення мікроклімату.

Для підвищення ефективності інформаційного забезпечення зупинок доцільно реалізувати комплекс заходів:

- встановити єдиний формат інформаційних панелей, який передбачає логічне розташування назви, маршруту та розкладу;

- використовувати контрастні кольори та великі шрифти, що відповідають принципам ергономіки й безбар'єрного дизайну;

- впровадити цифрові засоби навігації – електронні табло з прогнозом прибуття транспорту, QR-коди для переходу на онлайн-карти;

- забезпечити дублювання інформації англійською мовою у місцях з туристичним потоком;

- встановити захисні елементи для друкованих розкладів, щоб зберігати їх читабельність за будь-яких погодних умов.

Для підвищення ефективності мережі доцільно провести детальний просторовий аналіз зон обслуговування зупинок (із використанням ГІС) та скорегувати їх розміщення у районах нової житлової забудови.

Таким чином, комплексне впровадження таких заходів сприятиме формуванню єдиної мережі зупинок, що відповідатимуть сучасним вимогам безпеки, естетики та комфорту. У перспективі це дозволить оптимізувати транспортні потоки, підвищити ефективність міських перевезень і сформувати позитивний імідж громадського транспорту як надійного засобу пересування.

Місто Дубно характеризується історично сформованою вулично-дорожньою мережею, у якій поєднуються ділянки з різною функціональною спрямованістю та інтенсивністю руху. Центральна частина міста має щільну забудову та значну концентрацію громадських і торговельних об'єктів, що обумовлює високий рівень транспортної та пішохідної активності. Водночас окремі вулиці виконують транзитну функцію, забезпечуючи зв'язок між районами міста та прилеглими населеними пунктами [74].

Перехрестя є ключовими елементами міської вулично-дорожньої мережі, оскільки саме в їх межах відбувається перетин, злиття та розходження транспортних і пішохідних потоків. У порівнянні з лінійними ділянками вулиць, перехрестя характеризуються значно більшою кількістю потенційних конфліктних ситуацій, що зумовлює підвищений рівень аварійності та складність забезпечення безпеки дорожнього руху.

Особливу небезпеку на перехрестях створює одночасна присутність транспортних засобів із різними динамічними характеристиками, а також пішоходів і велосипедистів. Відмінності у швидкості, масі та траєкторіях руху призводять до формування конфліктних точок, у яких навіть незначні помилки водіїв або пішоходів можуть мати серйозні наслідки. За статистичними даними, істотна частка дорожньо-транспортних пригод у межах населених пунктів припадає саме на перехрестя, що підтверджує їх визначальну роль у формуванні рівня безпеки міського руху [75].

Проаналізуємо організацію руху та фактори небезпеки на досліджуваних перехрестях (див. розділ 2, п. 2.4):

1. Перехрестя з круговим рухом у районі «Базарчик» є прикладом застосування кільцевої схеми організації руху в умовах міського середовища з підвищеною транспортною та пішохідною активністю, яке було введено в експлуатацію в 2019 році і забезпечує зв'язок між магістральною вулицею міського

значення та напрямками приміського руху, що формує складну структуру транспортних потоків (рис. 3.45).

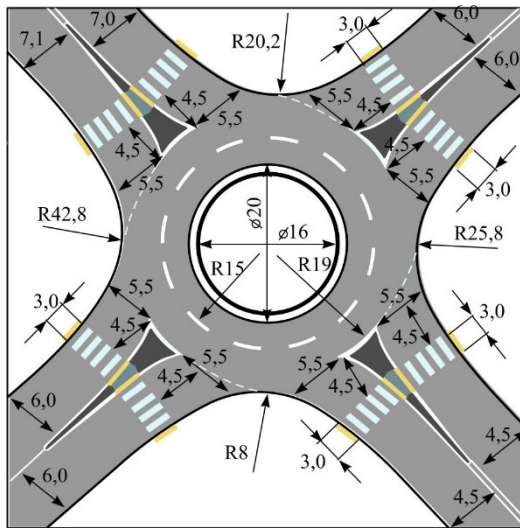


Рис. 3.45. Геометричні параметри перехрестя з круговим рухом

Основною перевагою організації кільцевого руху є суттєве зменшення кількості конфліктних точок, що досягається шляхом усунення перехрещень траєкторій руху транспортних засобів і заміни їх злиттям та розходженням потоків. Односторонній характер руху по кільцю сприяє зниженню швидкісного режиму, підвищенню рівня безпеки дорожнього руху та формуванню більш прогнозованої поведінки водіїв, зменшуючи ймовірність виникнення аварійних ситуацій. Крім того, така схема організації руху забезпечує покращення умов видимості та скорочення часу прийняття рішень учасниками дорожнього руху. Водночас у години пікового навантаження ефективність функціонування кільцевого перехрестя може знижуватися внаслідок обмеженої пропускної здатності в'їздів, виконаних в одну смугу руху, а також через значну інтенсивність пішохідних потоків, які додатково впливають на затримки транспортних засобів і зменшення рівня обслуговування перехрестя (рис. 3.46).



Рис. 3.46. Утворення черги транспортних засобів перед перехрестям з круговим рухом

Ключовим етапом проєктування кільцевої транспортної розв'язки є визначення розрахункового транспортного засобу – найбільшого за габаритами, що передбачається для руху через даний об'єкт. Параметри його маневрування, зокрема траєкторія розвороту, визначають основні геометричні характеристики кільцевого перехрестя, включно з діаметром вписаного кола, конфігурацією під'їздів та іншими планувальними елементами. Для умов міста Дубно кільцеве перехрестя спроектовано з урахуванням руху великогабаритних транспортних засобів (автомобіль тягач з напівприцепом) максимальною довжиною до 22 м (рис. 3.47).

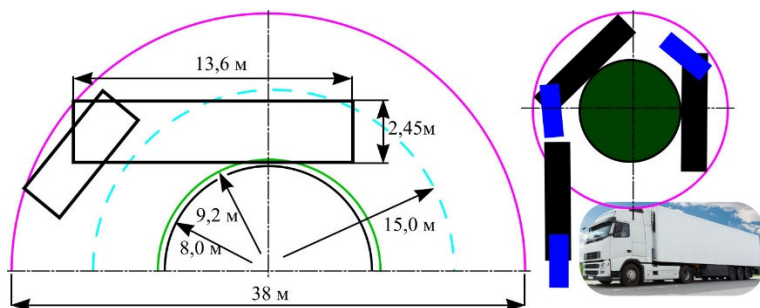


Рис. 3.47. Схема розрахунку габаритної смуги руху вантажних транспортних засобів

Радіальні острівці-розділювачі на кожному підході кільцевого перехрестя призначені для розмежування вхідних і вихідних транспортних потоків, забезпечує зниження швидкості на в'їзді та виїзді, чітко надання переваги руху (рис. 3.48).

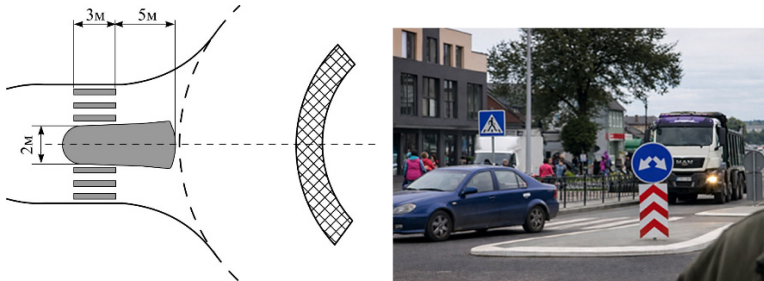


Рис. 3.48. Геометричні параметри розділювального острівця поєднаного з пішохідним переходом

На перехресті з круговим рухом у місті Дубно організовано дві смуги руху навколо центрального острівця, тоді як на виході з кільцевої розв'язки передбачено лише одну смугу. Така організація руху не відповідає вимогам п. 6.2.4 ГБН В.2.3-37641918-555:2016, згідно з якими кількість смуг руху на виході з кільцевої розв'язки повинна бути не меншою за кількість смуг руху навколо центрального острівця.

З метою приведення параметрів розв'язки у відповідність до нормативних вимог та підвищення пропускної здатності, доцільно передбачити влаштування додаткової правої смуги руху на виході з кільцевої розв'язки. Довжина додаткової смуги повинна бути не меншою за довжину смуги розгону для допустимої швидкості руху на даній ділянці дороги. Реалізація зазначеного заходу дозволить зменшити перешкоди на виході з розв'язки, зумовлені повільним прискоренням вантажних транспортних засобів, а також покращити умови руху та рівень безпеки дорожнього руху загалом.

На перехресті з круговим рухом основними осередками конфліктів є зона виїзду з кільцевої розв'язки та колова частина. Зафіксовані ДТП підтверджують необхідність удосконалення

геометричних параметрів і організації руху, а також підвищеної уваги водіями при маневруванні (рис. 3.49).



Рис. 3.49. Дорожньо-транспортна пригода на виїзді з перехрестя з круговим рухом (а) та коловій частині перехрестя (б)

При інтенсивності транспортного потоку колового руху N_k в 636 транспортних одиниць за годину завантаженість перехрестя з круговим рухом у місті Дубно становить близько 53%. Досліджуване перехрестя працює у стабільному режимі, не досягаючи граничних значень завантаження, та має достатній резерв пропускну здатності. Водночас, з урахуванням наявності двох колових смуг і лише однієї смуги на виїзді, подальше зростання інтенсивності руху може призвести до локальних затримок, що обґрунтовує доцільність удосконалення організації руху на виході з кільцевої розв'язки.

Пішохідний рух у межах перехрестя характеризується високою інтенсивністю та нерівномірністю. Незважаючи на наявність пішохідних переходів, частина пішоходів перетинає проїзну частину поза встановленими місцями, що підвищує аварійну небезпеку. За таких умов доцільним є впровадження подовженої захисної огорожі вздовж проїзної частини в зоні підходів до перехрестя, що дозволить спрямувати пішохідні потоки до облаштованих пішохідних переходів, зменшити кількість несанкціонованих переходів та підвищити рівень безпеки дорожнього руху.

2. Х-подібне перехрестя (вул. Сурмичі – вул. Словацького – вул. Хмільна) є одним із складних за умовами руху. Вулиця

Сурмичі виконує функцію магістрального напрямку з високою інтенсивністю руху, тоді як прилеглі вулиці забезпечують доступ до житлових, торговельних об'єктів та освітніх закладів.

Домінування головного напрямку формує нерівномірний розподіл пріоритетів, що ускладнює виїзд транспортних засобів із другорядних вулиць. В першу чергу обмежена оглядовість спричинена розташуванням поблизу місця зупинки транспортних засобів, що значно підвищує ризик конфліктних ситуацій через неправильно припарковані автомобілі. У таких умовах водії змушені здійснювати маневри з підвищеним ризиком, орієнтуючись на обмежену інформацію про дорожню обстановку (рис. 3.50).

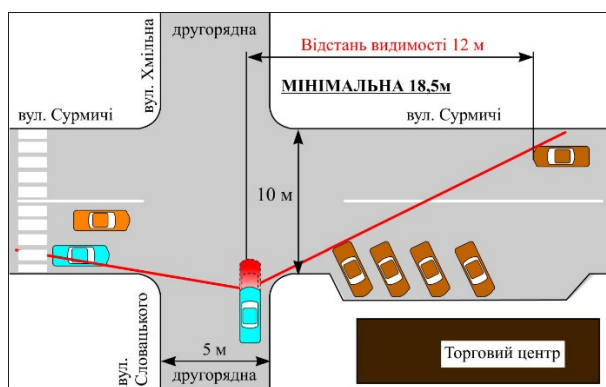


Рис. 3.50. Порушення оглядовості «Х-подібного» перехрестя через неправильно припарковані транспортні засоби

Вузькі смуги руху другорядного напрямку обмежують можливості безпечного маневрування, особливо для вантажного транспорту, а припарковані автомобілі додатково зменшують видимість та звужують проїзну частину.

Додатковим чинником небезпеки є значна кількість пішоходів, що рухаються між зупинками громадського транспорту, торговельними об'єктами та житловими кварталами. Перетин пішохідних і транспортних потоків у межах перехрестя відбувається в умовах обмеженого простору, що ускладнює забезпечення належного рівня безпеки.

3. Y-подібне перехрестя (вул. Данила Галицького – вул. Замкова) розташоване в центральній частині міста, виконує функцію важливого транспортного вузла, що забезпечує зв'язок між адміністративно-громадським центром та житловими районами. Його геометрична конфігурація зумовлює несиметричний розподіл транспортних потоків, що істотно впливає на умови руху та рівень безпеки.

Характерною особливістю даного перехрестя є гострі кути примикання вулиць, у межах яких відбувається злиття транспортних потоків (рис. 3.51). Така схема ускладнює візуальне сприйняття дорожньої обстановки, особливо для водіїв, які здійснюють маневри з другорядного напрямку. Обмежена оглядовість у поєднанні з інтенсивним рухом формує зони підвищеного ризику виникнення ДТП.



Рис. 3.51. Обмежена оглядовість «Y-подібного» перехрестя при злитті транспортних потоків

Відсутність удосконаленої організації дорожнього руху на даному перехресті призводить до повної залежності безпеки руху від дотримання пріоритетів, встановлених Правилами дорожнього руху. За значного пішохідного навантаження та інтенсивного транспорту це часто викликає конфліктні ситуації.

4. Т-подібне перехрестя, суміщене із залізничним переїздом, є одним із найбільш критичних елементів

транспортної інфраструктури міста з точки зору безпеки дорожнього руху (рис. 3.52). Поєднання автомобільного та залізничного транспорту в одному рівні створює специфічні умови експлуатації, що потребують підвищеної уваги до організації руху.

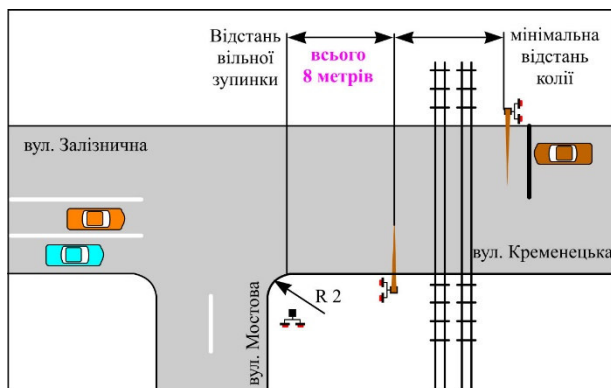


Рис. 3.52. Геометричні параметри «Т-подібного» перехрестя із залізничним переїздом

На досліджуваному перехресті з позицій організації безпеки дорожнього руху фіксуються потенційно небезпечні дорожні ситуації. Вони виникають як унаслідок конструктивно-планувальних особливостей перехрестя, так і через порушення або недотримання водіями транспортних засобів вимог Правил дорожнього руху (рис. 3.53). Сукупність цих чинників негативно впливає на рівень безпеки та може призводити до ускладнення руху й підвищення аварійності, особливо для великогабаритного транспорту [76].

Основною проблемою даного перехрестя є недостатня ширина проїзної частини вул. Мостова. Близьке розташування залізничних колій до точки примикання вулиць спричиняє утворення черг транспортних засобів, які можуть поширюватися безпосередньо в зону переїзду. Під час проходження потяга встановлено, що кількість транспортних засобів, які очікують на його проїзд, становить від 3 до 50 і більше одиниць, при цьому максимальна довжина черги перевищує 200 м (рис. 3.54). З

огляду на те, що рух у кожному напрямку здійснюється лише по одній смузі, у разі зупинки транспортних засобів на період очікування потяга тривалістю близько 10 хвилин спостерігається значне накопичення транспорту. При цьому транспортні засоби, що виконують лівий поворот, змушені виїжджати на зустрічну смугу руху, що, своєю чергою, створює небезпечну дорожню ситуацію та ускладнює проїзд вантажних автомобілів через недостатню ширину обох смуг руху.

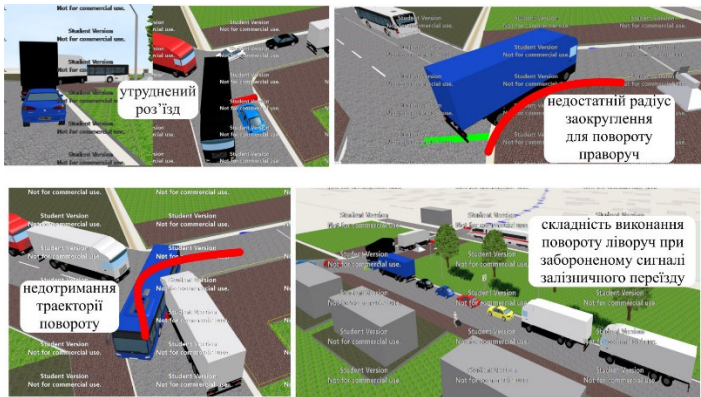


Рис. 3.53. Змодельовані у спеціалізованому програмному забезпеченні PTV Vissim дорожньо-транспортні ситуації під час проїзду перехрестя та на підходах до нього

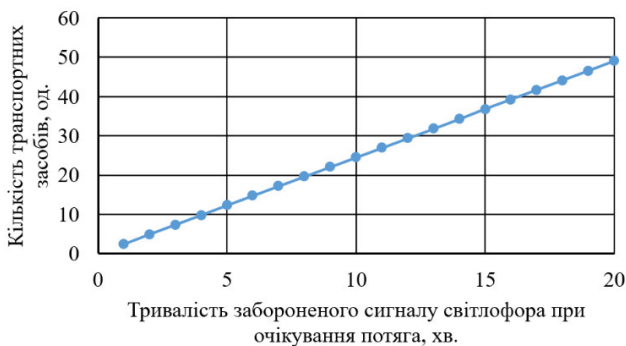


Рис. 3.54. Утворення черги транспортних засобів біля перехрестя в період очікування проїзду потяга

Результати аналізу основних експлуатаційних показників, наведених на рис. 3.55, що визначають умови безпечного проїзду перехрестя з залізничною колією, свідчать, що середній час затримки транспортних засобів під час проїзду перехрестя становить 10,4 с, при цьому максимальне зафіксоване значення досягає 35,2 с (зазначені показники наведені без урахування часу, пов'язаного з проходженням потяга). Водночас середня швидкість руху транспортних засобів у межах перехрестя становить 8,1 км/год, що вказує на зниження швидкісного режиму та може бути наслідком як геометричних параметрів перехрестя, так і впливу організації дорожнього руху в зоні залізничного переїзду.

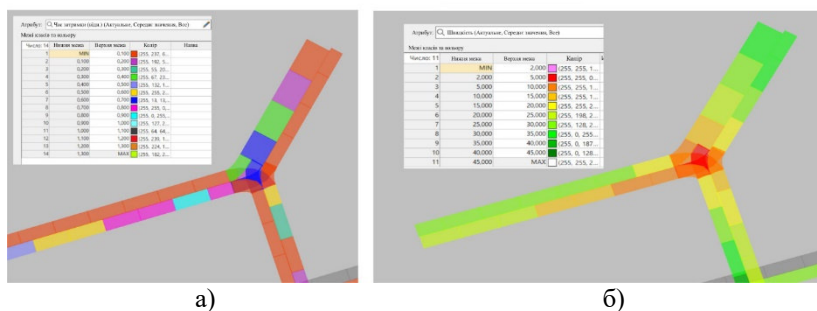


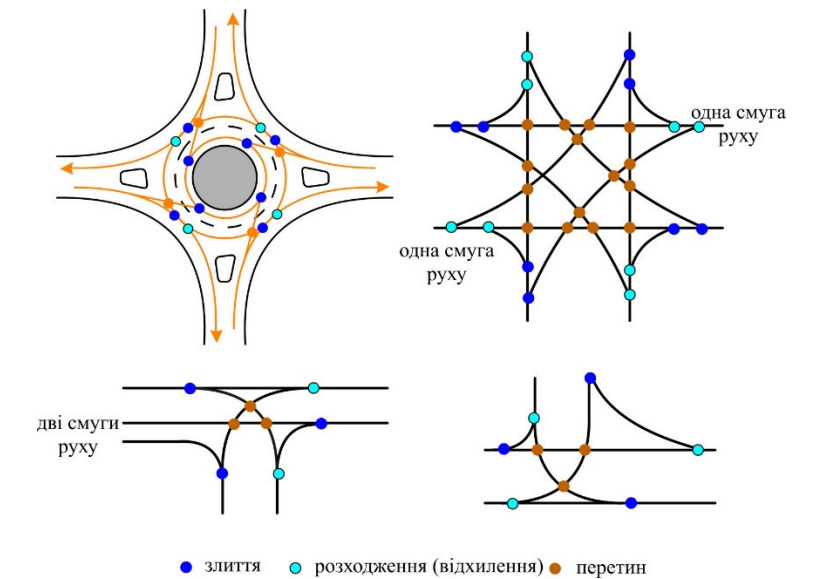
Рис. 3.55. Характеристика умов руху транспортних засобів на підходах до перехрестя та в його межах:

а – час затримки проїзду; б – швидкості руху транспортних засобів

Одним із ключових показників безпеки дорожнього руху на перехрестях є рівень їх конфліктності, який визначається кількістю та характером потенційних точок взаємодії транспортних потоків (рис. 3.56). Конфліктні точки формуються в місцях перетинання, злиття та розходження траєкторій руху транспортних засобів, а також у зонах взаємодії з пішохідними потоками. Збільшення кількості таких точок призводить до зростання ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод та підвищення тяжкості їх наслідків.

Аналіз отриманих результатів показав, що «Y-подібне» перехрестя в центральній частині міста має обмежену кількість

конфліктних точок, однак їх просторове розташування та характер злиття потоків створюють підвищений ризик виникнення ДТП. Незважаючи на формальну простоту конфігурації, гострі кути примикання та відсутність чіткої каналізації руху зумовлюють складні умови сприйняття дорожньої ситуації водіями.



Конфліктність ситуацій

Показник	Тип досліджуваного перехрестя			
	з круговим рухом	«Х-подібне»	«Т-подібне»	«Y-подібне»
кількість конфліктних точок розходження	4	8	2	3
кількість конфліктних точок злиття	8	8	3	3
кількість конфліктних точок перетинання	4	16	3	3
Ступінь складності перехрестя	48	112	26	27
	середнє	складне	просте	просте

Рис. 3.56. Конфліктні ситуації перехресть

Перехрестя з круговим рухом характеризується мінімальною кількістю конфліктних точок перетинання, що є його принциповою перевагою з точки зору безпеки. Основні конфлікти зосереджені в зонах злиття та розходження потоків на в'їздах і виїздах із кільця. Це підтверджує, що кільцева організація руху є ефективним інструментом зниження аварійності за умови дотримання оптимальних геометричних параметрів та чіткої організації руху.

Найвищий рівень конфліктності зафіксовано для «Х-подібного» перехрестя, де поєднуються численні точки перетинання, злиття та розходження транспортних потоків. Значна інтенсивність руху на головному напрямку, у поєднанні з обмеженою оглядовістю та пішохідною активністю, зумовлює високий ступінь складності цього перехрестя.

«Т-подібне перехрестя» із залізничним переїздом формально належить до простих за кількістю конфліктних точок, однак їх функціональна значущість є надзвичайно високою. Конфлікти, пов'язані з наближенням поїздів і формуванням черг транспортних засобів, мають потенційно критичні наслідки, що не завжди відображається лише кількісними показниками.

Проведене дослідження дозволило встановити, що рівень безпеки дорожнього руху на міських перехрестях визначається сукупністю взаємопов'язаних чинників, серед яких провідну роль відіграють геометрична конфігурація, організація руху, інтенсивність і структура транспортних потоків, а також умови оглядовості (рис. 3.57). Навіть перехрестя відносно простої планувальної схеми можуть характеризуватися підвищеною аварійною небезпекою за наявності несприятливих експлуатаційних умов.

Аналіз різних типів перехресть показав, що кожна конфігурація має свої специфічні особливості з точки зору безпеки дорожнього руху:

1. «Y-подібні» перехрестя, незважаючи на обмежену кількість конфліктних точок, створюють складні умови сприйняття дорожньої обстановки через несиметричність транспортних потоків та формування сліпих зон, що підвищує ризик аварійних ситуацій.

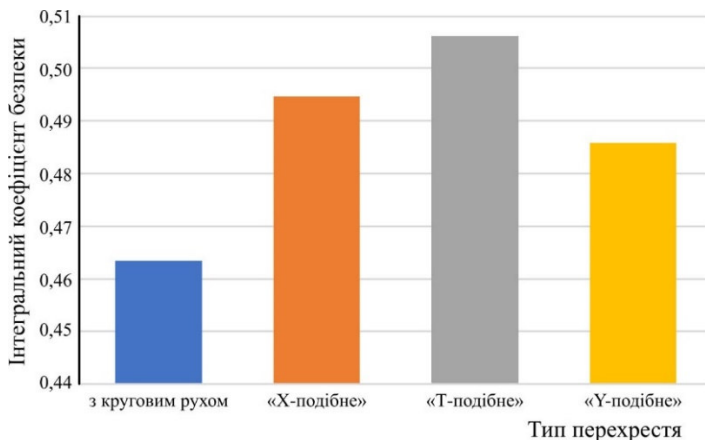


Рис. 3.57. Аналіз безпечності перехрестя

2. Перехрестя з круговим рухом демонструють найнижчий рівень конфліктності завдяки організованому однонаправленому руху, проте збереження високого рівня безпеки вимагає суворого дотримання геометричних параметрів, належного розширення смуг та впорядкування прилеглої території.

3. «Х-подібні» перехрестя за інтенсивного руху на головному напрямку є найбільш складними з точки зору безпеки, оскільки поєднують велику кількість конфліктних точок із обмеженою оглядовістю та значною пішохідною активністю, що потребує ефективних заходів організації руху та сигналізації.

4. «Т-подібні» перехрестя із залізничними переїздами, хоча й мають відносно просту геометрію, характеризуються критичними умовами експлуатації через взаємодію автомобільного та залізничного транспорту, що зумовлює необхідність ретельного планування чергування та сигналізації для забезпечення безпечного руху.

Загалом, безпека перехресть визначається не лише їхньою конфігурацією, а й рівнем організації руху, дотриманням геометричних норм та управлінням транспортними потоками, що підкреслює необхідність комплексного удосконалення всіх типів перехресть для забезпечення високого рівня безпеки дорожнього руху.



● — РОЗДІЛ IV — СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА ДУБНО

4.1. **Комплексні пропозиції щодо розвитку міської транспортної системи**

Транспортна інфраструктура міста Дубно виконує ключову роль у забезпеченні мобільності населення, ефективності міської логістики та розвитку економіки. Наявна система вулично-дорожньої мережі, громадського транспорту, паркувальних майданчиків і засобів регулювання руху потребує модернізації для відповідності сучасним вимогам безпеки, комфорту та екологічності.

Узагальнимо основні напрями вдосконалення транспортної інфраструктури міста з метою підвищення ефективності перевезень, зменшення заторів, покращення якості життя мешканців і стимулювання сталого розвитку Дубна (табл. 4.1).

Передусім очікується підвищення ефективності функціонування транспортної мережі та безпеки дорожнього руху завдяки модернізації вулично-дорожньої інфраструктури, розвитку інтелектуальних систем керування рухом і запровадженню сучасних засобів контролю.

Зменшення заторів і скорочення часу поїздки сприятиме підвищенню продуктивності міського транспорту й комфорту пересування. Важливим наслідком стане покращення екологічної ситуації через скорочення шкідливих викидів і шумового навантаження завдяки використанню екологічного транспорту та раціоналізації транспортних потоків.

Таблиця 4.1

Основні напрями розвитку та модернізації транспортної системи міста

Основні заходи	Очікуваний ефект	Пріоритетність*
Модернізація вулично-дорожньої мережі		
- Реконструкція основних магістралей і міських вулиць - Безконфліктні розв'язки - Світлодіодне освітлення	Зменшення заторів, підвищення безпеки руху	Висока
Розвиток громадського транспорту		
- Оновлення автобусного парку - Електронний квиток - Цифровізація розкладу	Підвищення комфорту, швидкості перевезень та доступності	Висока
Пішохідна та велосипедна інфраструктура		
- Сенсорні регульовані переходи - Велодоріжки та велопарковки - Понижені бордюри, інклюзивні тротуари	Безпечна та доступна мобільність, екологічний ефект	Середня
Інтелектуальні транспортні системи		
- Центр моніторингу руху - Мобільний застосунок для планування маршрутів	Оптимізація транспортних потоків, скорочення заторів	Висока
Безпека дорожнього руху		
- Передові інженерно-технічні заходи з підвищення безпеки - Освітні кампанії для водіїв і пішоходів	Зниження рівня ДТП, підвищення культури руху	Висока
Паркувальна інфраструктура		
- Виділені паркінги - Електронна система паркування	Зменшення хаотичного паркування та навантаження на центр	Середня
Екологічні та інноваційні рішення		
- Мережа зарядних станцій - Розумні світлофори на головних магістралях	Підвищення енергоефективності та привабливості міста	Середня

Примітка*. Пріоритетність: висока – першочергове впровадження; середня – реалізація після забезпечення базових напрямів.

Розвиток громадського транспорту та альтернативних видів мобільності, таких як велосипедна мережа й інклюзивна пішохідна інфраструктура, підвищить якість міського середовища, забезпечить доступність пересування для різних груп населення та зміцнить привабливість Дубна для інвесторів, туристів і мешканців навколишніх територій.

Загалом реалізація цих пропозицій сприятиме формуванню сталої транспортної системи, підвищенню рівня задоволеності мешканців умовами пересування та розвитку міста як безпечного, комфортного й екологічно орієнтованого простору.

Таким чином, покращення транспортної інфраструктури Дубна потребує системного та поетапного підходу, що поєднує модернізацію існуючих об'єктів, впровадження інтелектуальних технологій, розвиток громадського транспорту та створення сприятливих умов для альтернативних видів мобільності. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити якість життя мешканців, підтримати економічний розвиток міста та сформувати безпечну, комфортну й екологічно орієнтовану транспортну систему.

4.2. Пропозиції з удосконалення управління та цифровізації міських пасажирських перевезень

Розвиток системи громадського транспорту є одним із ключових завдань органів місцевого самоврядування, оскільки якість та доступність перевезень безпосередньо впливають на рівень соціально-економічного розвитку міста, мобільність населення, конкурентоспроможність бізнесу та екологічний стан довкілля. Для міста Дубно питання удосконалення організації пасажирських перевезень набуває особливої актуальності у зв'язку з необхідністю підвищення якості транспортних послуг, забезпечення безпеки та зручності пересування мешканців, а також інтеграції транспортної системи у сучасні цифрові та технологічні практики.

Перевезення пасажирів громадським транспортом можуть здійснювати різні суб'єкти господарювання, які відповідають вимогам чинного законодавства та мають відповідні дозвільні документи. Основну роль відіграють автомобільні перевізники – юридичні особи або фізичні особи-підприємці, які отримують ліцензію на перевезення пасажирів автомобільним транспортом. Вони мають право обслуговувати міські та приміські маршрути після перемоги у конкурсі, який організовують органи місцевого самоврядування або військові адміністрації.

Важливим учасником системи громадських перевезень є комунальні підприємства, створені міськими або обласними радами. Такі підприємства зазвичай забезпечують перевезення на соціально важливих маршрутах та отримують підтримку з місцевого бюджету. Вони працюють на основі рішень органів влади та часто мають пріоритет у забезпеченні стабільності пасажирських перевезень.

Значну частину маршрутів у містах обслуговують також приватні перевізники-підрядники, які укладають договори з місцевими органами влади. Вони здійснюють перевезення на регулярних маршрутах за затвердженим розкладом і тарифами, дотримуючись вимог щодо безпеки та якості транспортних послуг.

Запровадження сучасних підходів до управління перевезеннями, включаючи створення комунального підприємства як базового оператора, впровадження електронного квитка, розвиток цифрових систем диспетчеризації та контролю, а також поетапне оновлення рухомого складу й інфраструктури, дає можливість суттєво покращити ситуацію (рис. 4.1). Це забезпечить прозорість фінансових потоків, ефективний розподіл ресурсів, підвищення якості обслуговування та інтеграцію громадського транспорту у ширшу концепцію сталого розвитку й «розумного міста».

Створення об'єднання перевізників як альтернативного варіанту комунальному підприємству може стати сучасним і ефективним підходом до організації громадських перевезень у місті. Такий формат дозволяє приватним перевізникам спільно надавати послуги, координувати діяльність і забезпечувати єдині

стандарти якості та безпеки перевезень. Це особливо актуально для міста Дубно, де створення або утримання великого комунального підприємства може бути економічно обтяжливим.



Рис. 4.1. Організація пасажирських перевезень у місті Дубно: управління, цифровізація, технології

Передусім, об'єднання перевізників може створюватися у формі кооперативу, асоціації, транспортного консорціуму або господарського товариства. Учасниками можуть бути приватні підприємці та компанії, які вже працюють на міських маршрутах або мають потенціал для цього. Таке об'єднання дозволяє акумулювати ресурси, спільно інвестувати у транспортні засоби, систему обліку пасажиропотоку, електронний квиток та інші цифрові рішення, що сприяють прозорості та ефективності роботи.

Однією з головних переваг є можливість централізованого управління маршрутами, а також графіками руху, що усуває хаотичну конкуренцію на дорогах і забезпечує рівномірне транспортне обслуговування різних районів міста. Об'єднання може мати спільний диспетчерський центр, який контролюватиме дотримання графіків, технічний стан автобусів і роботу водіїв. Це підвищує надійність і передбачуваність роботи громадського транспорту.

Крім того, таке об'єднання здатне залучати інвестиції та кредити, оскільки виступає як більш потужний і стабільний суб'єкт господарювання порівняно з окремими малими перевізниками. Це сприяє оновленню рухомого складу, впровадженню екологічно чистого транспорту, запровадженню сучасних інформаційних систем для пасажирів. Наявність єдиного контракту між містом та об'єднанням перевізників також спрощує процес фінансування та контролю.

З точки зору влади та громади, об'єднання перевізників дозволяє уникнути монополії одного комунального підприємства, водночас забезпечуючи узгоджену роботу транспорту та прозоре використання коштів. Міське самоврядування може укласти з таким об'єднанням договір на обслуговування міської транспортної мережі, визначаючи чіткі вимоги щодо стандартів якості, тарифів і безпеки.

У сфері управління комунальне підприємство «Дубнотранс» (назву взято як приклад) стане базовим оператором перевезень і координуватиме діяльність приватних перевізників, на якому доцільно впровадити модель, що передбачає оплату перевізникам за кілометри перевезень, а не

лише за кількість пасажирів (рис. 4.2). Такий підхід сприятиме підвищенню регулярності рейсів і якості сервісу. Паралельно необхідно заснувати або посилити спеціалізований відділ при міській раді для планування маршрутної мережі, затвердження тарифів та контролю ефективності роботи. Важливо створити єдиний центр диспетчеризації для моніторингу руху транспорту, що дозволить оперативно реагувати на зміни попиту або надзвичайні ситуації. Також доцільно передбачити механізми участі громади в обговоренні та формуванні транспортної політики міста, забезпечити публічність звітності та відкритість даних про роботу перевізників.

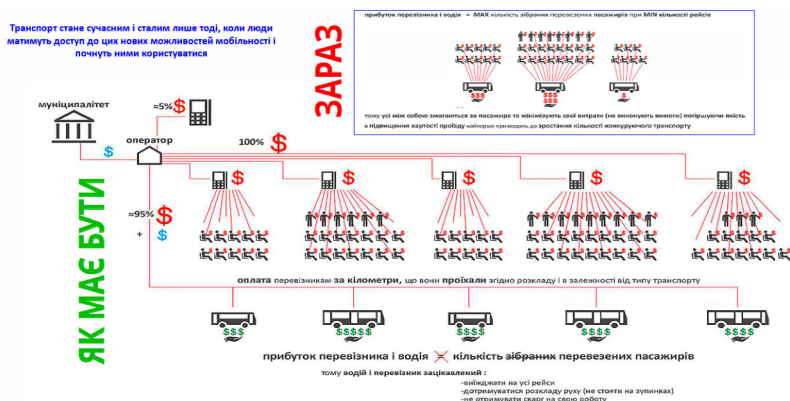


Рис. 4.2. Особливості функціонування комунального транспортного підприємства

У напрямі цифровізації ключовим кроком є впровадження системи електронного квитка для безконтактної оплати проїзду за допомогою транспортних карток, банківських карт, мобільних додатків і QR-кодів. Електронний квиток дозволить вести облік пасажиропотоку, підвищить прозорість фінансових операцій і спростить користування транспортом. Варто створити єдину цифрову платформу управління перевезеннями, яка акумулюватиме дані про пасажиропотоки, завантаженість маршрутів і дозволить місту приймати рішення на основі аналітики. Для зручності пасажирів слід забезпечити роботу мобільного додатка та електронних табло на ключових зупинках

із прогнозом прибуття автобусів у реальному часі. Використання відеоаналітики на зупинках та в салоні транспорту сприятиме безпеці пасажирів і контролю за якістю обслуговування.

У технологічному аспекті пріоритетним завданням є оновлення та екологізація рухомого складу. Місто має поступово відмовитися від застарілих маршруток і перейти на використання низькопідлогових автобусів стандарту Євро-6, гібридних або електробусів. Паралельно потрібно розбудувати зарядну інфраструктуру та створити належні умови для технічного обслуговування сучасних транспортних засобів. Важливим елементом є розвиток інтелектуальної транспортної інфраструктури: адаптивні світлофори з пріоритетом для громадського транспорту, сучасні зупинки з інформаційними екранами, освітленням і системами безпеки. Також необхідно впровадити систему дистанційної технічної діагностики автобусів для своєчасного обслуговування та запобігання аваріям.

Серед додаткових рішень варто відзначити інтеграцію міських і приміських маршрутів у єдину тарифну систему та розклад руху, що зробить поїздки для мешканців прилеглих громад більш зручними. Доцільним є розвиток перехоплюючих паркінгів на в'їздах у місто та поєднання роботи громадського транспорту з мікромобільністю – системами прокату велосипедів і самокатів. Модернізація тарифної політики через впровадження абонементів і гнучких тарифів заохотить пасажирів користуватися громадським транспортом. Важливо також проводити комунікаційні та освітні кампанії серед населення для популяризації переваг електронного квитка, громадського транспорту та екологічної мобільності.

Освітні та комунікаційні кампанії відіграють ключову роль у зміні транспортних звичок населення та успішному впровадженні інновацій. Необхідно проводити інформаційні заходи, що пояснюватимуть переваги використання громадського транспорту, зокрема електронного квитка, безпечної та екологічної мобільності. Кампанії мають акцентувати увагу на економічних і часових перевагах користування автобусами замість приватного авто, а також

інформувати про нові сервіси та правила їх використання. Доцільно організовувати навчальні програми для водіїв і персоналу транспортних підприємств з метою підвищення культури обслуговування пасажирів і безпеки перевезень. Комунікація через соціальні мережі, шкільні заходи, партнерські проєкти з місцевими медіа сприятиме формуванню позитивного ставлення громади до оновленої системи перевезень.

Запропонуємо поетапний план дій на 3–5 років з урахуванням пріоритетності завдань і необхідності поступового впровадження змін. Він передбачає синхронний розвиток управлінських структур, цифрової інфраструктури, технологічного оновлення та супровід освітніми й комунікаційними кампаніями. Такий підхід забезпечить цілісність реформи, оптимальне використання ресурсів громади та мінімізує ризики опору змінам.

Документ пропонує логічну послідовність заходів – від підготовчого етапу (створення інституційної бази, аудит стану перевезень) до повномасштабного впровадження електронного квитка, модернізації рухомого складу, розвитку інтелектуальної транспортної інфраструктури та формування сталої культури користування громадським транспортом (табл. 4.2). Реалізація плану протягом 3–5 років дозволить створити у Дубні сучасну та ефективну систему перевезень, здатну забезпечити зручність і безпеку для пасажирів, а також економічну стабільність для міста.

Таблиця 4.2

Підвищення ефективності пасажирських перевезень: план дій

<i>1-й етап (0–12 місяців) – Підготовчий та організаційний</i>	
Мета: створити базу для управління системою перевезень і запустити цифрові інструменти.	
Інституційні рішення	- Заснування комунального підприємства як оператора муніципальних маршрутів. - Формування відділу (або посилення департаменту) міської ради для управління перевезеннями. - Прийняття міської програми «Розвиток громадського транспорту Дубна 2026–2030»

продовження табл. 4.2

Аудит та планування	- Аналіз існуючих маршрутів, пасажиропотоків, стану рухомого складу та інфраструктури. - Оцінка потреб у фінансуванні та кадрових ресурсах. - Розробка нової маршрутної мережі на основі результатів аудиту
Пілотні цифрові рішення	- Закупівля та встановлення GPS-трекерів у всіх автобусах і маршрутках. - Вибір постачальника системи електронного квитка та встановлення перших валідаторів у пілотних автобусах. - Розробка власного мобільного додатка для відстеження транспорту
Комунікація з громадою	- Проведення інформаційної кампанії про майбутні зміни (електронний квиток, нові маршрути, контроль якості)
<i>2-й етап (1–2 роки) – Запуск цифровізації</i>	
Мета: зробити електронний квиток та цифрову систему ядром управління перевезеннями.	
Масштабування електронного квитка	- Встановлення валідаторів у всіх транспортних засобах. - Запуск єдиної картки та мобільних сервісів для оплати. - Підключення пільгових категорій пасажирів
Єдина система диспетчеризації	- Створення Центру управління рухом (онлайн-моніторинг транспорту). - Встановлення електронних табло на ключових зупинках
Оновлення рухомого складу	- Придбання перших 5–10 низькопідлогових автобусів або електробусів для комунального підприємства. - Встановлення зарядних станцій для електробусів. - Запровадження програм обслуговування за технічним станом
Пріоритет громадського транспорту	- Облаштування перших виділених смуг для автобусів на головних магістралях. - Впровадження адаптивних світлофорів для пріоритету руху громадського транспорту

	3-й етап (2–3 роки) – Інтеграція та підвищення ефективності	
Мета: сформувати стійку транспортну систему та забезпечити її інтеграцію з іншими видами мобільності.		
Інтеграція приміських маршрутів	- Узгодження тарифів і розкладів між Дубном і прилеглими громадами. - Розширення зони дії електронного квитка	
Розвиток інфраструктури	- Модернізація зупинок: інформаційні табло, відеоспостереження, безбар'єрний доступ. - Розбудова перехоплюючих паркінгів на в'їздах у місто. - Інтеграція з системами прокату велосипедів і самокатів.	
Розширення муніципального парку	- Закупівля ще 10–15 автобусів або електробусів. - Створення муніципального депо та сервісного центру для технічного обслуговування	
Аналітика та оптимізація	- Використання даних із системи квитка та GPS для корекції маршрутної мережі та тарифів. - Розробка сезонних і подієвих графіків руху	
	4-й етап (3–5 років) – Сталий розвиток та інновації	
Мета: досягти високої якості перевезень та інтегрувати громадський транспорт у систему «розумного міста».		
Завершення оновлення рухомого складу	- Повна відмова від застарілих маршруток. - Переважання екологічного транспорту (електробуси, гібриди)	
Смарт-інфраструктура	- Масштабування адаптивних світлофорів і виділених смуг. - Інтеграція громадського транспорту в платформу «Розумне місто» (дані про екологію, трафік, безпеку)	
Розширення функцій електронного квитка	- Єдина картка для транспорту, паркування, муніципальних сервісів. - Запровадження динамічного тарифу (залежно від часу доби та попиту)	

Система якості послуг	- Регулярні аудити та опитування пасажирів. - Преміювання перевізників за якісне обслуговування
	<i>Очікуваний ефект</i>
<i>Через 1 рік</i>	прозорий контроль за перевізниками, базова цифровізація, пілотний електронний квиток
<i>Через 3 роки</i>	сучасна мережа маршрутів, муніципальний транспорт із екологічними автобусами, повна система електронного квитка
<i>Через 5 років</i>	інтегрована, зручна та стійка транспортна система як частина «Розумного міста»

Таким чином, удосконалення системи міських пасажирських перевезень у Дубні потребує комплексного підходу, що поєднує реформування управління та активну цифровізацію транспортної сфери. Ключовим чинником є створення ефективної інституційної моделі управління – зокрема, заснування комунального підприємства як базового оператора перевезень і впровадження прозорих механізмів контролю за роботою приватних перевізників. Така модель дозволяє забезпечити стабільність транспортних послуг, контроль якості та узгодженість маршрутної мережі з потребами громади.

Цифровізація, у свою чергу, є основою модернізації транспортної системи та відкриває нові можливості для управління. Впровадження електронного квитка дає змогу створити прозору фінансову модель, запровадити облік пасажиропотоків, оптимізувати роботу маршрутів і підвищити зручність для користувачів. Використання єдиної цифрової платформи управління перевезеннями, інтегрованої з мобільними додатками та інтелектуальною транспортною інфраструктурою, дозволяє місту оперативно реагувати на зміни попиту й забезпечувати ефективне планування.

Особливої уваги потребує розвиток аналітики та публічність даних. Відкритий доступ до статистики перевезень сприятиме більшій довірі громадян до транспортної реформи та залученню громади до процесу прийняття рішень. Поєднання

цифрових рішень із просвітницькими та комунікаційними кампаніями дозволить швидше подолати бар'єри у сприйнятті нововведень і сформувати сучасну культуру користування громадським транспортом.

4.3. Перспективи електрифікації автобусного парку

Сучасні тенденції розвитку міського пасажирського транспорту орієнтовані на підвищення енергоефективності та зменшення негативного впливу на довкілля. Для малих і середніх міст України, зокрема Дубна, питання модернізації автобусного парку набуває особливої актуальності.

У цих умовах поступовий перехід на електробуси є стратегічно важливим напрямом розвитку транспортної системи міста. Він дозволяє не лише знизити витрати на експлуатацію, але й сприяє покращенню якості міського середовища, підвищенню конкурентоспроможності громадського транспорту та реалізації принципів сталого розвитку. Враховуючи компактність міста Дубно, відносно невеликі відстані між основними транспортними коридорами та наявність сформованої маршрутної мережі, перехід на електротягу може бути реалізований поступово й ефективно.

Використання електробусів повністю усуває локальні викиди шкідливих речовин, зокрема оксидів азоту, чадного газу та твердих частинок, які є типовими для дизельних двигунів. Це позитивно впливає на якість атмосферного повітря у містах та сприяє зниженню рівня захворюваності населення на респіраторні та серцево-судинні хвороби. Таким чином, електробуси є ефективним інструментом у реалізації екологічної політики сталого розвитку міського транспорту.

Окрім того, робота електродвигунів характеризується низьким рівнем шуму порівняно з традиційними двигунами внутрішнього згоряння. Це має суттєве значення для густонаселених міських територій, де транспортний шум є одним із провідних чинників погіршення якості життя населення. Зменшення шумового фону сприяє формуванню більш

комфортного міського середовища та позитивно впливає на психоемоційний стан мешканців.

Конструкція електробусів передбачає меншу кількість рухомих частин у силовій установці, що істотно зменшує потребу в регулярному технічному обслуговуванні. Це дозволяє оптимізувати експлуатаційні витрати транспортних підприємств, зменшити ризик виникнення технічних несправностей та підвищити загальний рівень надійності автобусного парку.

Електробуси, як сучасний та екологічно орієнтований вид транспорту, мають вищий рівень привабливості для пасажирів. Їх використання формує позитивний імідж міського транспорту, сприяє зростанню довіри населення до громадських перевезень і, як наслідок, може забезпечити збільшення пасажиропотоку.

Перехід на електробуси вимагає поетапного підходу, що зумовлено як фінансовими можливостями міста Дубно, так і технічними аспектами модернізації транспортної інфраструктури.

Виділимо основні етапи:

1. Пілотний етап.

Передбачає придбання обмеженої кількості електробусів для апробації їх роботи на окремих маршрутах. Основною метою є оцінка реальних експлуатаційних характеристик, витрат електроенергії, а також визначення оптимальних режимів заряджання. Паралельно необхідно здійснити підготовку технічного персоналу та створити базові зарядні станції.

2. Етап часткової модернізації автобусного парку.

Поступове виведення з експлуатації найбільш зношених дизельних автобусів та заміна їх електробусами. На цьому етапі передбачається розширення інфраструктури зарядних станцій, інтеграція електробусів у декілька маршрутів, що дозволить оптимізувати транспортну роботу та зменшити витрати на паливо.

3. Етап повної електрифікації автобусних перевезень.

Реалізація комплексної програми переходу на електробуси із забезпеченням усіх міських маршрутів екологічним транспортом. Завдяки цьому Дубно отримає сталу та енергоефективну транспортну систему, яка відповідатиме

сучасним європейським стандартам та сприятиме підвищенню якості життя населення.

Перехід на електричні автобуси, зокрема на прикладі моделі e-Kent C турецької компанії Otocar [77], демонструє комплексну вигоду для міської транспортної системи (рис. 4.3).

По-перше, економічний ефект проявляється у суттєвому скороченні витрат на паливо: електробус споживає в середньому близько 1,3–1,5 кВт·год/км, що при середній вартості електроенергії 4-5 грн/кВт·год дозволяє знизити експлуатаційні витрати у 2–2,5 рази порівняно з дизельними аналогами.

По-друге, модель e-Kent C характеризується оптимізованою конструкцією з меншою кількістю рухомих елементів, що забезпечує зменшення витрат на технічне обслуговування та підвищує надійність роботи.

По-третє, важливою є екологічна складова: електробуси повністю усувають локальні викиди шкідливих речовин, що особливо актуально для міст із підвищеною щільністю забудови та транспортного руху. Крім того, низький рівень шуму роботи електродвигуна зменшує акустичне навантаження на міське середовище, формуючи комфортніші умови для мешканців.

Нарешті, впровадження e-Kent C підвищує привабливість громадського транспорту, сприяє збільшенню пасажиропотоку та формує позитивний імідж сучасного і сталого міста. Отже, використання цієї моделі можна розглядати як реальний приклад досягнення енергоефективності та екологічності у сфері міських пасажирських перевезень.

Проведений аналіз свідчить, що поступовий перехід автобусного транспорту міста Дубно на електротягу є обґрунтованим та стратегічно доцільним напрямом розвитку міської транспортної системи. Результати розрахунків підтверджують істотне зниження експлуатаційних витрат за рахунок економії палива та технічного обслуговування, що створює вагомі передумови для підвищення ефективності перевізної діяльності. Водночас використання електробусів сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин і шумового навантаження, що позитивно впливає на стан довкілля та рівень комфорту мешканців міста.

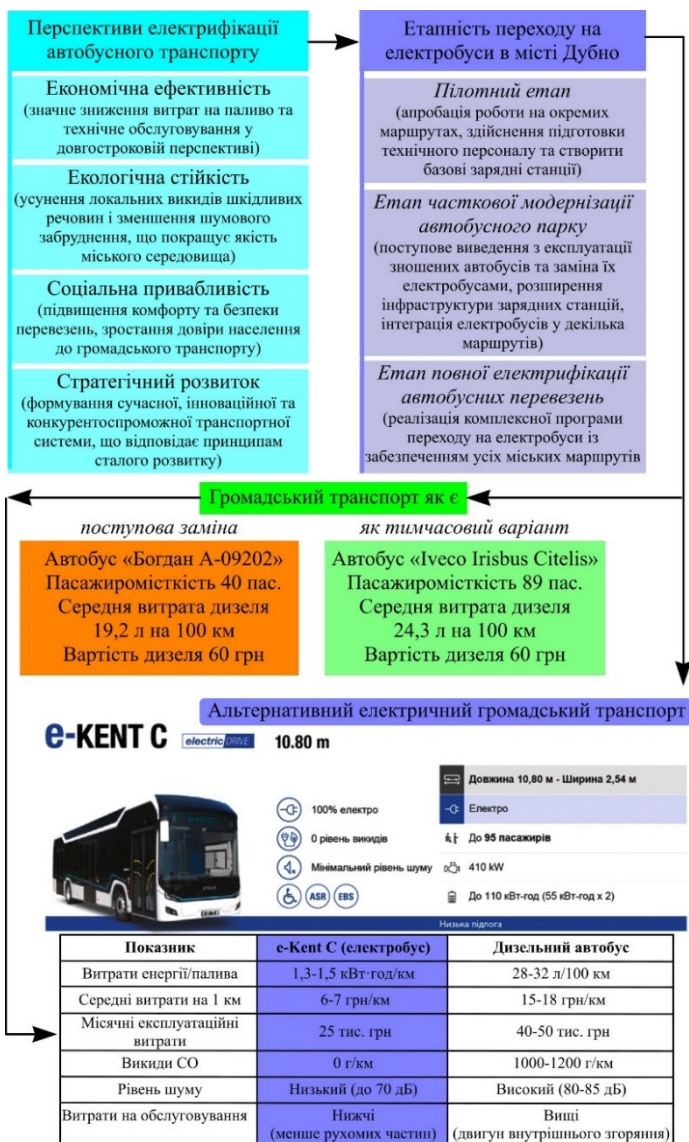


Рис. 4.3. Сукупний ефект від впровадження електроавтобусів у міському транспорті

Застосування поетапного підходу до впровадження електробусів дає змогу оптимально розподілити фінансові витрати та забезпечити належну адаптацію інфраструктури. Це дозволяє мінімізувати ризики та поступово інтегрувати інноваційні технології у сферу міських пасажирських перевезень.

Таким чином, електрифікація автобусного транспорту в місті Дубно є не лише важливим кроком у напрямі енергоефективності, але і вагомим чинником екологічної безпеки, соціальної привабливості та сталого розвитку міського середовища.

4.4.

Пропозиції з покращення комфортності поїздок в громадському транспорті

Комфортність поїздок у громадському транспорті виступає важливим чинником, що безпосередньо впливає на якість життя населення та ефективність функціонування міської транспортної системи. Для м. Дубно, де спостерігається зростання інтенсивності перевезень громадським транспортом, питання створення зручних і безпечних умов для користувачів є особливо значущим. Забезпечення належного рівня комфорту в салоні громадського транспорту підвищує його конкурентоспроможність порівняно з приватними автомобілями, зменшує перевантаження вулично-дорожньої мережі та сприяє покращенню екологічного стану міського середовища.

Досліджено, що пасажирів гостро відчувають потребу у комфортності поїздки, акцентуючи увагу на пасажиромісткості транспортного засобу, чистоту салону, дотримання оптимального температурного режиму та рівень шуму під час руху. Їх системне врахування дозволяє створити сприятливі умови для регулярних поїздок, підвищити задоволеність користувачів і сформуванати позитивний імідж громадського транспорту як сучасного та зручного способу пересування містом (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Пропозиції з покращення комфортності поїздок у громадському транспорті м. Дубно

Критерій	Пропозиції з покращення
Пріоритетні пропозиції	
Пасажиромісткість	- використання автобусів більшої місткості на завантажених маршрутах; - збільшення кількості рейсів у години пік; - впровадження системи підрахунку пасажирів для коригування графіку
Чистота салону	- щоденне прибирання та дезінфекція транспорту; - щотижневі санітарні перевірки; - встановлення компактних смітєвих урн у салоні; - чіткі вимоги до перевізників щодо чистоти
Мікроклімат салону	- оснащення автобусів кондиціонерами та обігрівачами; - регулярна перевірка кліматичного обладнання; - утеплення дверей та вікон у зимовий період
Безбар'єрність	- наявність низькопідлогових автобусів; - обладнання пандусами та місцями для візків; - інформаційні табло для людей з вадами слуху та зору.
Додаткові пропозиції	
Акустичний комфорт у салоні	- регулярне технічне обслуговування для зменшення шуму і вібрацій; - оновлення рухомого складу з урахуванням низького рівня шумності; - використання звукоізоляційних матеріалів
Зручність сидінь	- використання ергономічних та м'яких сидінь; - чітка схема розміщення місць для людей з інвалідністю, літніх пасажирів та батьків з дітьми
Інформаційна доступність	- оснащення салону електронними табло; - оголошення зупинок аудіосистемою; - використання мобільних застосунків із розкладом
Безпека та відчуття захищеності	- встановлення камер відеоспостереження; - належне освітлення салону у вечірній час; - наявність кнопки «тривоги» для водія у випадку надзвичайних ситуацій; - підготовка персоналу до ввічливого і безпечного обслуговування

Розглянемо короткострокові, середньострокові та довгострокові дії, що дозволить місту спочатку реалізувати швидкі та маловитратні заходи, далі перейти до системних покращень, а згодом – до глибокої модернізації рухомого складу та інфраструктури, динамічні зміни яких позитивного вплинуть на імідж громадського транспорту як сучасного, безпечного і зручного засобу пересування (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

План дій з підвищення комфортності перевезень

Етап	Заходи
Короткострокові (0–1 рік)	Щоденне прибирання та санітарний контроль транспорту. Коригування графіку руху у години пік (додаткові рейси). Перевірка та налагодження систем опалення і вентиляції.
Середньострокові (1–3 роки)	Оснащення частини автобусів кондиціонерами. Встановлення сміттєвих контейнерів у салонах. Впровадження електронних табло та аудіоінформування зупинок. Покращення звукоізоляції у старому транспорті. Систематичні опитування пасажирів щодо рівня комфорту.
Довгострокові (3–7 років)	Подальша закупівля нового транспорту з низькою підлогою, клімат-контролем і покращеною звукоізоляцією. Створення мобільного застосунку з онлайн-розкладом і даними про завантаженість. Повне впровадження безбар'єрних рішень (пандуси, місця для візків, озвучування зупинок). Оновлення міської транспортної мережі за пасажиропотоками. Встановлення міських стандартів якості громадського транспорту.

Одним із ключових чинників комфортності поїздок у громадському транспорті є рівень сервісу, який безпосередньо залежить від підготовки та професіоналізму персоналу. Водії та

кондуктори є першою ланкою взаємодії пасажирів з транспортною системою, тому від їхньої поведінки формується загальне враження про якість транспортних послуг.

Першочерговим завданням є проведення систематичних навчальних програм для водіїв і кондукторів. Такі тренінги мають включати питання ввічливого та коректного спілкування з пасажирами, вирішення конфліктних ситуацій, надання допомоги людям з обмеженими можливостями та літнім пасажирам. Це не лише підвищить культуру обслуговування, але й сприятиме зменшенню кількості конфліктів у салоні.

Важливим інструментом підвищення мотивації персоналу є створення системи заохочень. Преміювання за дотримання графіку руху, уважне ставлення до пасажирів, безаварійну роботу та охайний стан транспортного засобу стимулюватиме водіїв працювати відповідально та якісно. Така система може поєднуватися з періодичними внутрішніми перевітками та зворотним зв'язком від пасажирів.

Не менш важливим аспектом є формування культури відповідального користування транспортом серед пасажирів. Для цього необхідні інформаційні кампанії, спрямовані на виховання дбайливого ставлення до салону, дотримання правил поведінки та взаємоповаги між користувачами. Поєднання виховання культури серед населення з підготовкою персоналу створить передумови для гармонійної взаємодії всіх учасників транспортного процесу.

Усі ці заходи варто поєднати з постійним зворотним зв'язком від пасажирів (опитування, мобільні додатки для скарг і пропозицій), щоб ефективно реагувати на актуальні потреби громади.

Таким чином, покращення комфортності поїздок у громадському транспорті м. Дубно потребує комплексного підходу до оптимізації пасажиромісткості, належного мікроклімату та зниження шуму в пасажирському транспорті. Додатково слід забезпечити доступність транспорту, якісне інформування пасажирів та сучасні стандарти сервісу. Реалізація заходів підвищить привабливість громадського транспорту,

покращить якість міського середовища та сприятиме сталому розвитку Дубна.

4.5.

Пропозиції з облаштування та модернізації зупинок громадського транспорту

Місто Дубно активно розвивається та розширюється новими житловими масивами й промисловими об'єктами, що зумовлює необхідність розбудови та вдосконалення мережі зупинок громадського транспорту з метою забезпечення зручного й безпечного доступу мешканців до маршрутів міського сполучення. У зв'язку з цим доцільним є застосування комплексного підходу до розвитку інфраструктури зупинок громадського транспорту, який передбачає як встановлення нових зупинок у районах активної забудови, так і модернізацію наявних об'єктів для підвищення комфорту, доступності та якості перевезень. Водночас особливу увагу слід приділити впровадженню інноваційних рішень, зокрема елементів «розумних зупинок», інтегрованих із міською транспортною системою, а також реалізації екологічних і соціальних заходів, спрямованих на покращення якості міського середовища, підвищення мобільності населення та рівня безпеки.

Інноваційні технології в облаштуванні зупинок громадського транспорту забезпечують підвищення комфорту та зручності пасажирів завдяки наданню актуальної інформації про рух транспорту в реальному часі, покращують доступність для маломобільних груп населення, підвищують рівень безпеки через сучасне освітлення й відеоспостереження, сприяють ефективнішому управлінню міською транспортною системою за рахунок інтеграції з диспетчерськими сервісами та збору даних про пасажиропотоки, зменшують екологічне навантаження шляхом використання енергоефективних рішень і водночас формують позитивний імідж міста як сучасного та орієнтованого на потреби мешканців (рис. 4.4).

Комплексний підхід до розвитку інфраструктури зупинок громадського транспорту передбачає реалізацію наступних заходів:

1. З метою розширення охоплення транспортною мережею нових мікрорайонів та покращити доступність до міського транспорту пропонується встановлення двох зупинок із відповідним коригуванням маршруту № 3 на вул. Гірницька (рис. 4.5).

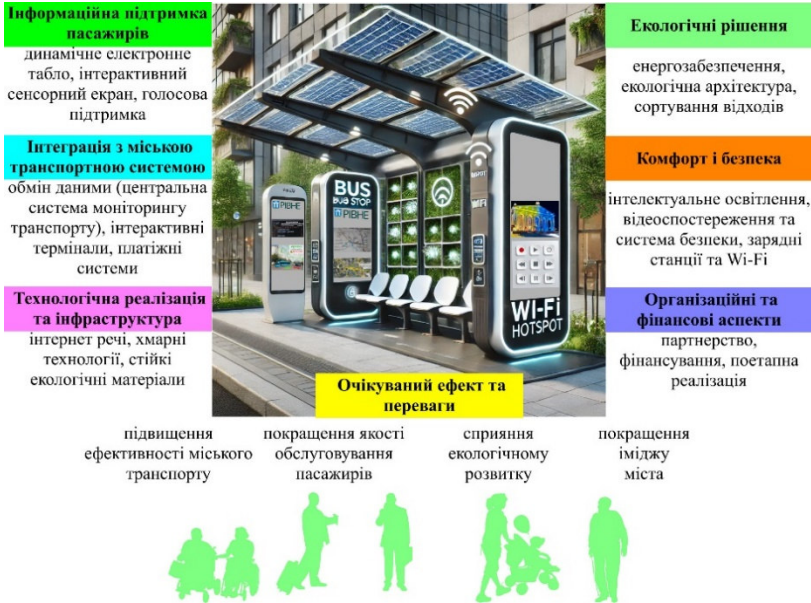


Рис. 4.4. Інноваційні технології в облаштуванні зупинок громадського транспорту



Рис. 4.5. Розташування нових зупинок у міській транспортній мережі

2. Модернізація існуючих зупинок:

- встановлення сучасних павільйонів очікування з навісами, лавами та захистом від опадів;
- облаштування заїзних кишень для безпечної посадки й висадки пасажирів (наприклад, зупинка «Садова»);
- доступність для маломобільних груп населення: понижені бордюри, тактильна плитка, пандуси.

3. Інноваційні рішення для «розумних зупинок»:

- інформаційні табло з відображенням часу прибуття транспорту в режимі реального часу;
- мультимовні голосові оголошення для людей з вадами зору;
- безкоштовний Wi-Fi, USB-зарядні порти та розетки.
- системи відеоспостереження та освітлення для підвищення безпеки.
- використання сонячних панелей та енергоощадних технологій для автономного живлення.

4. Екологічні та соціальні аспекти:

- озеленення території зупинок: вертикальні сади, зелені дахи;
- встановлення контейнерів для сортування сміття.
- використання екологічних матеріалів у будівництві павільйонів.

5. Інтеграція з транспортною системою:

- впровадження єдиної інформаційної мережі між автобусами та зупинками для передачі даних у реальному часі.
- можливість поповнення транспортних карток на зупинках через термінали з безконтактною оплатою.
- моніторинг стану інфраструктури зупинок за допомогою сенсорів та систем дистанційного керування.

В подальшому, у результаті спільної роботи розумного транспорту та інтелектуальних зупинок, створюється єдина інтегрована система міської мобільності, яка поєднує ефективне управління, комфорт пасажирів і сталий розвиток транспортної інфраструктури (рис. 4.6). Вона ґрунтується на постійному обміні даними в режимі реального часу.

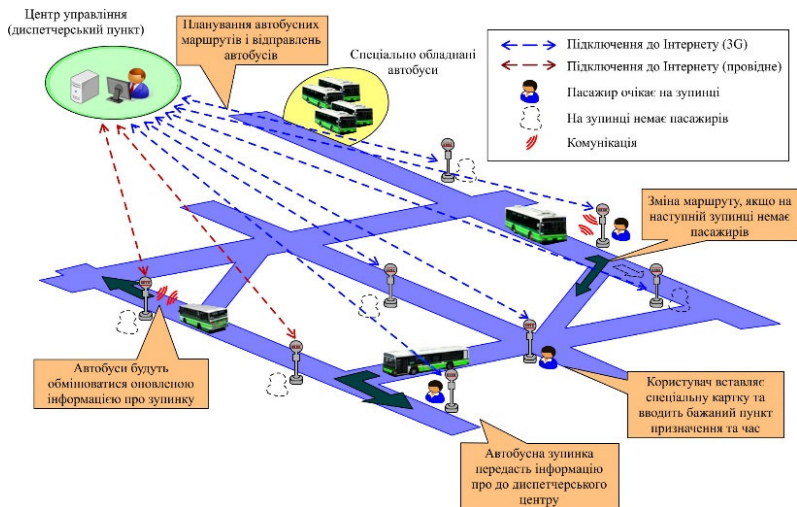


Рис. 4.6. Принципи роботи та взаємодії інтелектуальної зупинки в транспортній системі міста [78]

Автобуси, обладнані GPS-модулями та сенсорами, передають інформацію про своє місцезнаходження, швидкість руху та рівень завантаженості до єдиного центру управління. Ці дані інтегруються з інтелектуальними зупинками, де на електронних табло відображається точний час прибуття транспорту, прогноз можливих затримок і пропозиції альтернативних маршрутів. Завдяки мобільним застосункам та безконтактним карткам пасажирів можуть попередньо планувати поїздку, обирати оптимальний час виїзду та зменшувати час очікування. У випадку надзвичайних ситуацій або змін у графіку інформація миттєво оновлюється на зупинках і передається пасажиром через різні канали (табло, голосові оголошення, короткі сповіщення).

Така інтеграція дозволяє не лише покращити комфорт пересування, а й оптимізувати роботу всього транспортного комплексу: зменшити затори, раціонально розподілити транспортні потоки, знизити енергоспоживання та викиди в атмосферу.

Таким чином, комплексне облаштування та модернізація зупинок у Дубно дозволить не лише підвищити комфорт і безпеку пасажирів, а й забезпечить інтеграцію міста до концепції «розумного міста», сприятиме розвитку сталої транспортної системи та підвищенню якості життя мешканців.

4.6. | Пропозиції з підвищення безпеки вулично-дорожньої мережі

Безпека вулично-дорожньої мережі є одним із ключових чинників забезпечення збереження життя та здоров'я громадян, сталого розвитку населених пунктів і підвищення якості міського середовища. Зростання інтенсивності дорожнього руху, збільшення кількості транспортних засобів та учасників руху, а також зношеність інфраструктури створюють підвищені ризики виникнення дорожньо-транспортних пригод.

У зв'язку з цим виникає необхідність розроблення та впровадження пропозицій, спрямованих на підвищення рівня безпеки вулично-дорожньої мережі, зменшення аварійності та створення безпечних умов для всіх учасників дорожнього руху.

Підвищення рівня безпеки руху на перехрестях міста Дубно є важливим завданням, оскільки саме ці ділянки належать до зон підвищеної концентрації ДТП. Для цього доцільно застосувати комплексний підхід, що передбачає вдосконалення організації руху, геометрії перехресть, дорожньої інфраструктури, а також використання сучасних технічних засобів контролю. Їх реалізація забезпечить кращу організацію транспортних потоків, підвищить видимість та зручність пересування для всіх учасників дорожнього руху, а також створить сучасну безпечну інфраструктуру, що відповідатиме європейським стандартам.

Рекомендації, що пропонуються, спрямовані не лише на локальне вдосконалення конкретних перехресть, але й на підвищення загального рівня безпеки дорожнього руху у місті. Вони включають комплексні заходи управління безпекою міської транспортної інфраструктури – від удосконалення дорожньої розмітки та встановлення сучасних знаків до реконструкції

геометрії та використання «розумних» технологій. Важливо, що кожна пропозиція враховує потреби як водіїв, так і пішоходів, велосипедистів та інших учасників дорожнього руху. Для підвищення рівня безпеки важливим є не лише формальне дотримання норм, а й адаптація до місцевих особливостей із застосуванням інноваційних рішень.

Перше контрольне перехрестя (див. рис. 4.7) – Y-подібне перехрестя (вул. Данила Галицького – вул. Замкова):



Рис. 4.7. Проектне рішення з оптимізації дорожнього руху на перехресті вулиць Данила Галицького та Замкової

- нанесення чіткої горизонтальної розмітки з позначенням смуг руху, місць для поворотів і зон зупинки;
- встановлення додаткових знаків пріоритетності, що допоможуть водіям уникати конфліктних ситуацій;
- облаштування острівців безпеки, які одночасно виконуватимуть функцію розділювальних елементів;
- використання світлодіодних елементів у розмітці для кращої видимості в темний час доби;
- зміна або мінімізація «сліпих зон» за допомогою зміни траєкторії злиття потоків і покращення оглядовості.

Друге контрольне перехрестя (див. рис. 4.8) – перехрестя з круговим рухом («Базарчик»):

- оптимізація геометрії кільця шляхом розширенням кількості смуг на виїзді щонайменше головного напрямку для збільшення пропускної здатності;
- забезпечення рівномірної ширини смуг усередині кільця, щоб зменшити хаотичність маневрування;
- використання яскравої дорожньої розмітки для чіткої візуалізації траєкторій руху та меж смуг;
- встановлення світлодіодних дорожніх знаків та інформаційних табло, що інформуватимуть водіїв про правила проїзду кільця.
- монтаж камер відеоспостереження для фіксації порушень та зниження рівня аварійності;
- розробити окремі пішохідні переходи зі світловими індикаторами, або облаштувати підземний перехід.

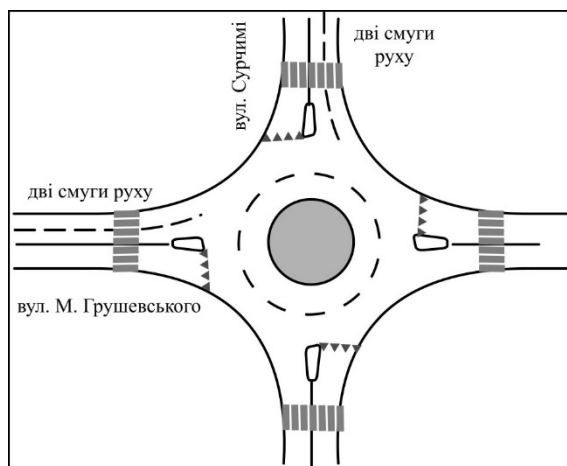


Рис. 4.8. Проектне рішення оптимізації перехрестя з круговим рухом (район «Базарчик»)

Третє контрольне перехрестя (див. рис. 4.9) – Х-подібне перехрестя (вул. М. Грушевського – вул. Словацького – вул. Хмільна):

- заборона та обмеження паркування в небезпечних зонах для покращення оглядовості та забезпечити контроль за

дотриманням правил паркування за допомогою відеоспостереження;

- передбачити велосипедну доріжку головного напрямку;
- зміна способу паркування транспортних засобів головного напрямку;
- розширення проїзної частини другорядних вулиць та усунення об'єктів, що заважають огляду;
- встановлення сферичних дзеркал у місцях обмеженої видимості;
- додаткове освітлення та використання енергоощадних світлодіодних ліхтарів;
- можливе встановлення світлофорного регулювання з інтелектуальною системою регулювання руху (сенсорів, що враховують інтенсивність транспортних і пішохідних потоків).

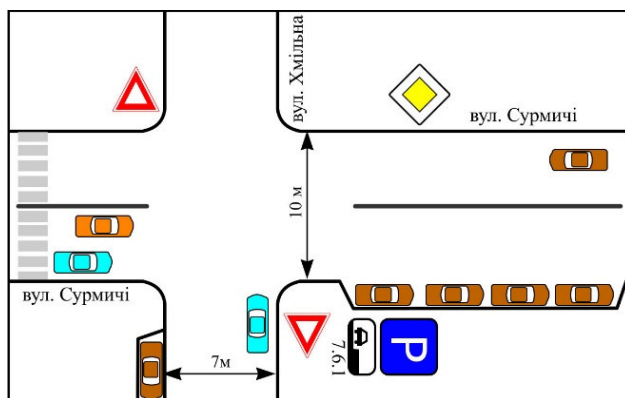


Рис. 4.9. Проектне рішення з оптимізації дорожнього руху на «Х-подібному» перехресті перетину вулиць Михайла Грушевського з вулицями Словацького та Хмільна)

Четверте контрольне перехрестя (див. рис. 4.10) – Т-подібне перехрестя із залізничним переїздом (вул. Залізнична – вул. Мостова – вул. Кременецька):

- реконструкція перехрестя з можливістю розширення проїзної частини для безпечного об'їзду;

- влаштування додаткової смуги очікування для транспортних засобів під час закритого переїзду;
- облаштувати підвищені пішохідні переходи з бар'єрними огородженнями
- покращення дорожньої розмітки та встановлення світлових індикаторів, які інформують про час до відкриття шлагбауму;
- організація підвищеного рівня освітлення та облаштування пішохідних переходів із захисними бар'єрами;
- можливе впровадження автоматизованої системи попередження про наближення потяга (звукове та візуальне сповіщення);
- запровадити систему відеоспостереження з автоматичною фіксацією порушень.

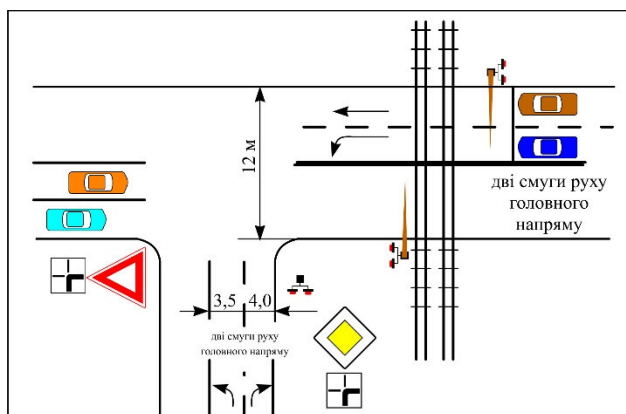


Рис. 4.10. Проектне рішення з оптимізації дорожнього руху «Т-подібного» перехрестя із близькими залізничними колями

Ефективна організація пішохідних переходів становить ключовий елемент сучасної транспортної інфраструктури, адже від їхнього функціонального стану безпосередньо залежить рівень безпеки пішоходів та ефективність руху транспортних засобів. На основі аналізу інтенсивності пішохідного та автомобільного руху доцільним є впровадження комплексу технічних і організаційних заходів, що відповідають сучасним

вимогам безпеки та сприяють формуванню безпечного міського середовища.

1. Переходи зі світлофорним регулюванням

Для переходів, обладнаних світлофорами, пропонується:

- встановлення таймерів відліку часу та аудіосигналів, що полегшують орієнтацію пішоходам, зокрема маломобільним групам;

- впровадження системи адаптивного регулювання сигналів із застосуванням сенсорних датчиків, відеокамер та індукційних петель, які у реальному часі коригують фази світлофора залежно від інтенсивності руху;

- регулярне технічне обслуговування та синхронізація світлофорних об'єктів із суміжними перехрестями, що сприятиме зменшенню заторів і покращенню організації руху.

2. Нерегульовані переходи

Для підвищення рівня безпеки на нерегульованих переходах рекомендовано:

- застосування яскравої дорожньої розмітки та світлоповертальних матеріалів, що забезпечують високу видимість у темний час доби;

- встановлення піднятих переходів або острівців безпеки, які змушують транспортні засоби знижувати швидкість;

- монтаж додаткового освітлення та світлодіодних маячків, що підсилюють сигнальну функцію переходів у темний час доби чи за несприятливих погодних умов.

3. Інноваційні технології

Впровадження концепції «розумних» пішохідних переходів передбачає інтеграцію:

- сенсорних систем виявлення пішоходів;

- інформаційних табло із зворотним відліком часу;

- алгоритмів штучного інтелекту, здатних прогнозувати потенційні конфліктні ситуації та завчасно попереджати учасників дорожнього руху.

4. Адаптація для маломобільних груп

Важливим аспектом є створення інклюзивної інфраструктури, яка включає:

- облаштування пандусів із мінімальним нахилом;

- укладання тактильної плитки для слабозорих пішоходів;
- використання світлофорних систем із дублюванням сигналів звуковими повідомленнями.

5. Освітлення переходів

Для забезпечення належної видимості пропонується:

- встановлення автономних світлодіодних ліхтарів та інтегрованих світлових елементів у розмітку («світлова зебра»);
- застосування системи автоматичного регулювання яскравості освітлення залежно від рівня природного світла.

6. Взаємодія з громадським транспортом

З метою мінімізації конфліктів між транспортним потоком і пішоходами рекомендовано:

- раціонально розміщувати зупинки громадського транспорту на безпечній відстані від переходів;
- облаштовувати зони очікування та посадкові платформи для пасажирів;
- застосовувати адаптивні світлофори у місцях із високою інтенсивністю руху.

7. Перспектива будівництва підземних переходів

У місцях із підвищеним рівнем транспортного навантаження (наприклад, на вулиці Михайла Грушевського в районі перехрестя з круговим рухом) доцільно розглянути можливість облаштування підземних переходів, що забезпечать:

- повне відокремлення пішохідних потоків від транспортних;
- зниження рівня заторів за рахунок безперервності руху;
- комфортні умови пересування завдяки обладнанню пандусами та системами відеоспостереження.

Одним із перспективних напрямів розвитку транспортної інфраструктури є впровадження сенсорних регульованих пішохідних переходів, інтегрованих із системами «розумного» світлофора. Такий комплекс належить до інноваційних рішень, що поєднують сучасні технології виявлення, інформування та управління дорожнім рухом (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Порівняльна характеристика регульованих пішохідних переходів

Критерій	Класичний регульований перехід	Розумний регульований перехід
Принцип роботи	Фази світлофора працюють за фіксованим циклом, незалежно від кількості пішоходів і транспорту	Фази світлофора коригуються в режимі реального часу залежно від інтенсивності руху та наявності пішоходів
Безпека пішоходів	Підвищена лише завдяки світлофорному регулюванню; ризик ДТП можливий у темний час доби через низьку видимість	Система сенсорів і LED-підсвічування зменшує ризик ДТП; застосовуються алгоритми ШІ для прогнозування небезпек
Пропускна здатність	Не оптимізована: транспортний потік може простоювати навіть за відсутності пішоходів	Оптимізована: скорочується час затримок для транспорту та пішоходів
Інформаційна підтримка	Лише світлофорні сигнали, інколи – таймери зворотного відліку	Таймери, інформаційні табло, аудіоінформування для маломобільних груп
Адаптація для маломобільних груп	Пандуси й тактильна плитка застосовуються рідко, аудіосупровід відсутній	Повна інклюзивність: пандуси, тактильна плитка, аудіосигнали, дублювання інформації
Енергетична ефективність	Використання стандартних ламп; високі витрати електроенергії	LED-технології, автоматичне регулювання яскравості освітлення
Інтеграція з міськими системами	Працює автономно, без взаємодії з іншими елементами інфраструктури	Інтегрується з інтелектуальними транспортними системами, може взаємодіяти з транспортними засобами

Основним елементом системи є світлофор, обладнаний сенсорними датчиками та інтегрований у єдину мережу управління транспортними потоками (рис. 4.11). Сенсори (інфрачервоні, ультразвукові або відеоаналітичні) здатні

виявляти наявність пішоходів у зоні переходу та фіксувати момент їхнього входу та виходу. Це дозволяє автоматично коригувати фази світлофора: подовжувати зелений сигнал для пішоходів за наявності великої кількості осіб або, навпаки, скорочувати його у разі швидкого звільнення переходу.

Додатковим компонентом є інформаційне табло із зворотним відліком часу, яке підвищує прогнозованість дій учасників дорожнього руху. Для маломобільних груп населення система може інтегруватися з аудіосигналами та тактильними елементами, що робить її інклюзивною.

Суттєвою перевагою «розумного» світлофора є його здатність функціонувати в адаптивному режимі. Система аналізує інтенсивність транспортного та пішохідного руху в режимі реального часу й оптимізує розподіл фаз, зменшуючи затори, підвищуючи швидкість руху транспорту та водночас забезпечуючи належний рівень безпеки для пішоходів. У перспективі така інфраструктура може інтегруватися з інтелектуальними транспортними системами, використовуючи алгоритми штучного інтелекту для прогнозування небезпечних ситуацій.

Архітектурні рішення пішохідних переходів - наземні (регульовані і нерегульовані); - підземні (актуальні на магістралях з високою інтенсивністю руху)		Взаємодія з громадським транспортом - оптимальне розташування зупинок біля переходів; - уникнення конфліктів між пішоходами та транспортом на зупинках
Заходи безпеки - дорожні знаки; - якісна дорожня розмітка (стійка фарба, термопластик); - достатнє освітлення переходів у темний час доби; - засоби примусового зниження швидкості (лежачі поліцейські, вузькі проїзди, підняті переходи); - системи інтелектуального керування переходами (кнопкові світлофори, датчики руху); - дублювання інформації для водіїв (знаки, сигнальні маячки, підсвічування)		Статистика потоків - підрахунок транспортних засобів; - класифікація транспортного засобу; - вимірювання швидкості; - підрахунок пішоходів; - відеозаписи пішохідного переходу; - температура повітря; - вимірювання CO ₂ і більше...
Адаптація для маломобільних груп населення перехід без бар'єрів, тактильна плитка, звукові сигнали на світлофорах		Адаптація з іншими системами просторовий аналіз та візуалізацію даних (за допомогою ГІС можна створювати карти, на яких показані зони високої та низької інтенсивності руху, тим самим легко ідентифікувати місця з великою концентрацією пішоходів) та здійснити аналіз даних на появу заторів або ризику ДТП)

Рис. 4.11. Регульований пішохідний перехід, інтегрований з системою «розумного» світлофора

Серед додаткових заходів безпеки застосовуються:

- світлодіодне підсвічування зебри, що підвищує видимість переходу в темний час доби;

- сигнальні маячки для привернення уваги водіїв;

- зв'язок з транспортними засобами через системи V2X (технологія бездротової комунікації), які у майбутньому дозволять обмінюватися даними між інфраструктурою та транспортом. V2X – це «мова спілкування» транспорту з усім навколишнім середовищем, що у перспективі стане основою для автономного руху та безпечної мобільності в містах [79].

Таким чином, запропонований комплекс заходів спрямований на створення безпечної, інноваційної та інклюзивної системи пішохідних переходів у місті Дубно. Реалізація цих пропозицій сприятиме зниженню аварійності, оптимізації транспортних потоків та інтеграції міста у концепцію «розумної» міської інфраструктури.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Монографія розкриває комплексне дослідження міського транспорту та транспортної інфраструктури з позицій інтегрованого підходу, що поєднує просторові, інфраструктурні, транспортно-експлуатаційні, безпекові та екологічні аспекти. Теоретико-методологічні узагальнення та результати прикладних досліджень, виконаних на прикладі міста Дубно, дали змогу сформулювати такі основні висновки:

1. В результаті системного аналізу встановлено, що транспортна інфраструктура міста виступає базовим каркасом формування міського середовища та визначальним чинником просторової організації мобільності населення. Доведено, що ефективність функціонування транспортної системи безпосередньо залежить від узгодженості параметрів вулично-дорожньої мережі, маршрутної мережі громадського транспорту, типу рухомого складу, безпечності середовища. Кількісні показники розвитку інфраструктури свідчать про сформовану, проте структурно неоднорідну систему, в якій окремі елементи функціонують із різним рівнем навантаження та експлуатаційної ефективності.

2. Визначено, що рівень автомобілізації населення є ключовим індикатором транспортної мобільності та просторового розвитку міста. Отримані значення рівня автомобілізації відповідають тенденціям, характерним для малих і середніх міст України, і водночас вже формують підвищене навантаження на магістральну дорожню мережу. Кількісний аналіз підтвердив наявність прямого зв'язку між зростанням автомобілізації та зниженням швидкості руху, підвищенням конфліктності транспортних і пішохідних потоків, а також зростанням ризиків дорожньо-транспортних пригод.

3. Дослідження просторової організації маршрутної мережі міста Дубно засвідчило, що сформована система громадського транспорту загалом відповідає масштабам міського середовища та чинним нормативним вимогам за основними показниками ефективності.

Маршрутна мережа громадського транспорту забезпечує достатнє територіальне охоплення міста, прийнятний рівень транспортної рухливості населення та задовільну швидкість сполучення, що є характерним для малих міст із компактною планувальною структурою. Аналіз оціночних показників показав наявність проблемних аспектів, зокрема підвищеного коефіцієнта непрямої лінійності окремих маршрутів, що негативно впливає на тривалість поїздок і комфорт перевезень. Водночас такі маршрути відіграють важливу роль у транспортному обслуговуванні периферійних територій, що зумовлює доцільність їх збереження з подальшим удосконаленням схем руху та скороченням зайвих петльових ділянок.

Дослідження динаміки розвитку маршрутної мережі у 2020-2025 роках виявило тенденцію до її раціоналізації, що проявляється у скороченні кількості маршрутів, усуненні дублювання та адаптації системи перевезень до змін соціально-економічних умов. Попри це, результати опитування населення свідчать про збереження високого попиту на громадський транспорт, що підтверджує його ключову роль у забезпеченні міської мобільності.

4. Поведінка пасажиропотоку у місті Дубно є типовою для малих та середніх міст, де трудова міграція формує основні пікові навантаження. Освітні поїздки мають виразний внесок лише у ранкові та частково денні години. Нетрудове населення формує рівномірний, помірний пасажиропотік, без значних коливань протягом доби. Динаміка чітко відображає соціально-економічний ритм міста та може бути використана для оптимізації маршрутної мережі і графіків руху міського транспорту.

5. Аналіз структури та технічного стану автобусного парку показав, що автобуси залишаються основним видом громадського транспорту в місті, формуючи переважну частку пасажирських перевезень. Кількісна оцінка вікового складу, пасажиромісткості та рівня технічного зносу автобусів свідчить про потребу поетапного оновлення рухомого складу. Виявлено, що використання автобусів із застарілими техніко-

експлуатаційними характеристиками негативно впливає на показники комфортності, енергоефективності та екологічної безпеки перевезень.

6. За результатами дослідження комфортності пасажирських поїздок встановлено, що рівень комфортності користування громадським транспортом у місті формується сукупністю інфраструктурних, організаційних та техніко-експлуатаційних чинників, які мають різний ступінь впливу на сприйняття якості перевезень пасажирями. Порівняння демонструє суттєву різницю комфортної поїздки між автобусами різних класів. У транспортних засобах із більшими габаритами та кращими ергономічними характеристиками (Iveco Irisbus Citelis) комфортність поїздки зберігається навіть за високої щільності пасажиропотоку, що є важливим аргументом на користь оновлення рухомого складу громадського транспорту міст. Це свідчить, що більша місткість і раціональне планування внутрішнього простору дозволяють забезпечити прийнятні умови перевезення більшої кількості людей.

7. Дослідження зупинок громадського транспорту показало їхню ключову роль у формуванні якості транспортного сервісу. Кількісна оцінка параметрів розміщення, обладнання та інформаційного наповнення зупинок в цілому відповідає середньому рівню і потребує поетапної адаптації до європейських стандартів. Встановлено, що підвищення інформативності та функціональності зупинок (табло, навігація, укриття, освітлення) є одним із найбільш економічно ефективних заходів покращення міської транспортної системи.

8. Аналіз безпечності вулично-дорожньої мережі дозволив ідентифікувати критичні ділянки з підвищеним рівнем конфліктності та аварійності. Інтегральні показники безпеки руху свідчать про нерівномірний розподіл ризиків у межах міста, що зумовлено поєднанням високої інтенсивності руху, недостатньої організації перехресть і обмеженої видимості. Кількісні результати підтвердили доцільність впровадження точкових інфраструктурних рішень, які дозволяють знизити аварійність без масштабної реконструкції мережі.

9. Обґрунтовано перспективність електрифікації автобусного парку як одного з ключових напрямів переходу до сталої міської мобільності. Кількісні оцінки потенційного скорочення експлуатаційних витрат і зниження викидів забруднюючих речовин свідчать, що навіть часткова заміна традиційних автобусів на електробуси забезпечує помітний екологічний та соціальний ефект. Встановлено, що розвиток електротранспорту потребує синхронного розвитку зарядної інфраструктури та адаптації маршрутної мережі.

10. Окремої уваги заслуговує зростання використання альтернативних видів транспорту, зокрема велосипедів, особливо серед молоді. Це вказує на поступову зміну транспортної поведінки населення та актуалізує необхідність інтеграції громадського транспорту з велосипедною інфраструктурою як складової сталої міської мобільності.

11. В цілому результати дослідження підтвердили, що сталий розвиток міського транспорту можливий лише за умов комплексного підходу, який поєднує інфраструктурну модернізацію, підвищення якості громадського транспорту, удосконалення зупинкової інфраструктури, підвищення рівня безпеки та поступову екологізацію рухомого складу. Кількісні показники, отримані в роботі, можуть бути використані як базові орієнтири для прийняття управлінських рішень у сфері розвитку міського транспорту малих і середніх міст України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Устименко А. Транспортна інфраструктура: поняття та змістовне наповнення. *Актуальні проблеми правознавства*. 2024. № 1(37). С. 131–141. URL: <https://orcid.org/0009-0009-1740-7935>.
2. Закон України «Про транспорт» / *Верховна рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 26.09.2025).
3. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р. *Верховна рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 26.09.2025).
4. Марков О. Д. Вплив інфраструктури на ефективність автомобілізації. *Економіка та управління на транспорті*. 2017. Вип. 5. С. 166–175.
5. Антонюк С. М. Міські і сільські населені пункти. Урбанізація. *Antonjuk.wixsite.com*. URL: <https://antonjuk.wixsite.com/te-ua/post/%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F-8-%D0%BC%D1%96-%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8-29-04> (дата звернення: 28.09.2025).
6. Types of Urban Settlements. *Unacademy*. URL: <https://unacademy.com/content/cbse-class-12/study-material/geography/urban-settlements-types/>. (дата звернення: 28.09.2025).
7. Gwilliam K. Cities on the move: a World Bank, urban transport, strategy review. Washington. The International Bank for Reconstruction and Development, 2002. P. 228.
8. Urry J. Inhabiting the Car. Unesco International Conference, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, May 2000. URL: <https://www.lancaster.ac.uk/fass/resources/sociology-online-papers/papers/urry-inhabiting-the-car.pdf>. (дата звернення: 28.09.2025).
9. Beckmann J. Car Custodians: Reflexive Automobiliation under and in the eye(s) of FDM. URL:

<https://www.trafikdage.dk/td/papers/papers99/papers/paper/trao/beckmann/beckmann.pdf>. (дата звернення: 28.09.2025).

10. Canzler W, Knie A. Das Ende des Automobils : Fakten und Trends zum Umbau der Autogesellschaft. Heidelberg, 1994. P. 184.

11. Chapman Lee. Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*. 2007, Vol. 15(5), P. 354–367. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.008>.

12. Vester F. Ausfahrt Zukunft. Strategien für den Verkehr von morgen. Eine Systemuntersuchung. Munchen : Heyne, 1990. P. 312.

13. Список країн за кількістю автомобілів на 1000 осіб / *Вікіпедія*. URL: <https://cutt.ly/7wdWl5Jn> (дата звернення: 12.10.2025).

14. Passenger Cars – Ukraine. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/outlook/mmo/passenger-cars/ukraine> (дата звернення: 12.10.2025).

15. Кількість електромобілів в Україні зросте у 125 разів до 2030 року / UI Future. URL: <https://uifuture.org/publications/22500-elektromobili-v-ukraini-2030-infografika-ukrainskogo-institutu-majbutn/> (дата звернення: 12.10.2025).

16. Хітров І. О. Історичні особливості розвитку громадського транспорту. *Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability* : зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. конф., 14–16 квіт. 2021 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2021. С. 112–114. URL: <https://erm.kntu.kr.ua/files/Materialy-2021.pdf> (дата звернення: 10.02.2026).

17. Hiroyuki Iseki. Economies of Scale in Bus Transit Service in the USA: How Does Cost Efficiency Vary by Agency Size and Level of Contracting? *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 2008. Vol. 42(8). P. 1086–1097.

18. Is Free Public Transport In Cities The Way Forward? URL: <https://www.forbes.com/sites/enriquedans/2019/09/15/is-free-public-transport-in-cities-the-wayforward>. (дата звернення: 12.10.2025).

19. Todd Litman. Evaluating Public Transit Benefits and Costs: Best Practices Guidebook. 2021. P. 141. URL: <https://www.vtpi.org/tranben.pdf>. (дата звернення: 16.01.2026).

20. The Context of Public Transport in Europe / Expert Group for Urban Mobility set up by Commission. 2022. URL: https://transport.ec.europa.eu/document/download/b1157de4-a8a9-44bb-9841-c9a98884582b_en?filename=EGUM%20Recommendations_PT%20Subgroup_Introductory%20Report_Topic%202.pdf. (дата звернення: 28.09.2025).

21. UN-Habitat. SDG Indicator 11.2.1 Training Module: Public Transport System. United Nations Human Settlement Programme (UN-Habitat), Nairobi. 2018. URL: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/06/indicator_11.2.1_training_module_public_transport_system.pdf. (дата звернення: 28.09.2025).

22. Kholodov Y., Jenelius E., Cats O., van Oort N., Mouter N., Cebecauer M., Vermeulen A. Public transport fare elasticities from smartcard data: Evidence from a natural experiment. *Transport Policy*. 2021. Vol. 105. P. 35–43.

23. Про автомобільний транспорт : Закон України. Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14#Text> (дата звернення: 27.11.2025).

24. ГБН В.2.3-37641918-550:2018. Зупинки маршрутного транспорту. Київ : Міністерства інфраструктури України, 2018. 23 с. URL: https://mtu.gov.ua/files/Dok_NORMATUVKA/%D0%93%D0%91%D0%9D_550.pdf (дата звернення: 27.11.2025).

25. Європейський досвід законодавчого регулювання у сфері паркування транспортних засобів. Інформаційно-дослідницький центр Верховної Ради України. URL: <https://infocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/28994.pdf> (дата звернення: 27.11.2025).

26. Хітров І. Безпека дорожнього руху громадського транспорту міста Дубно. *Проблеми з транспортними потоками і напрями їх розв'язання* : зб. матеріалів IV Всеукр. наук.-теорет. конф., 25–26 березня 2021 р. Львів, НУ «Львівська політехніка» : Галицька видавнича спілка, 2021. С. 29–31. URL: https://oldena.lpnu.ua/bitstream/ntb/56275/2/2021_Khitrov_I-

[Road safety of Dubno city 29-31.pdf](#). (дата звернення: 28.09.2025).

27. Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О., Рябцев Н. О. Аналіз сукупності показників стійкого розвитку інтелектуальних транспортних систем та методів їх реалізації на практиці. *Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту* : зб. наук. матеріалів міжнар. наук.-практ. інтернет-конфер., 18–19 листопада 2020 р. Кропивницький : ЦНТУ. С. 198–203.

28. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий та ін. ; під заг. ред. В. В. Ауліна. Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. 428 с.

29. Никончук В. М. Використання розумних технологій в системі громадського транспорту міста. *Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. Кропивницький. 2022. С. 93. URL: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i19.899>

30. Никончук В., Завацький В. Інтелектуалізація процесу управління транспортною системою. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : зб. матеріалів тез IV Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції, 26–27 квітня 2023 р. Рівне : НУВГП, 2023. С. 99–101.

31. Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О. Інтелектуальні транспортні системи як результат впровадження інноваційних ефективних технологій. *Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability* : матер. Міжнар. наук.-практ. конфер., 15–17 квітня 2020 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. С. 207.

32. Lyashuk O., Mironov D., Martyniuk V., Aulin V., Tson O., Maruschak P. Risk analysis of road traffic accidents in Ukraine. *Transport*. 2024. Vol. 39(4). P. 350–359. <https://doi.org/10.3846/transport.2024.23190>

33. Никончук В. М., Никончук С. А. Застосування технології цифрових двійників у розумних транспортних системах. *Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожнє*

інфраструктура 2025 (MAITRI 2025) : наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції Харків : ФОП Бровін О.В., 2025. С. 391–397. URL: https://drive.google.com/file/d/13q645XbyYZfncE4ZDNiHUBg_eTQy2bw2/view?pli=1. (дата звернення: 10.02.2026).

34. Krystopchuk M., Pashkevych S., Khitrov I., Tkhoruk Y. Formation and Distribution Flows of External Transport in the City / Kabashkin I., Yatskiv I., Prentkovskis O. (eds). *Reliability and Statistics in Transportation and Communication. RelStat. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Vol. 117. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44610-9_15.

35. Аулін В. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В., Головатий А. О., Голуб Д. В. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортних і виробничих систем : монографія / під заг. ред. д.т.н., проф. В. В. Ауліна. Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2021. 503 с.

36. Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури : монографія / В. М. Никончук, М. Є. Кристопчук, І. О. Хітров та ін. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 172 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/29926> (дата звернення: 10.02.2026).

37. Потійчук О. Б. Піліпака Л. М. Транспортні розв'язки : навч. посіб. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2020. 263 с. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/19648/1/tr_posib_2.pdf. (дата звернення: 28.09.2025).

38. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. 112 с. URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_2_3-4_2015.pdf. (дата звернення: 28.09.2025).

39. Єрмак О. М. Дослідження взаємодії транспортних та пішохідних потоків. *Комунальне господарство міст*. 2013. № 110. С. 249–253. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/35076/>. (дата звернення: 28.09.2025).

40. Поліщук В. П. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник. Київ : Знання України, 2016. 467 с.
41. Аулін В. В., Великодний Д. О., Тирса Я. В., Кабак В. Д. Оцінка ефективності функціонування міського пасажирського транспорту з урахуванням вибору маршруту пасажиром. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матер. VIII-ої Міжн. наук.-практ. інтернет-конф., 14–15 квітня 2020 р. Вінниця : ВНТУ, 2020. С. 15–16.
42. Хітров І. О., Кристопчук М. Є. Закономірності формування і розподілу транспортних та пасажирських потоків. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2020. № 3(34). С. 324–330. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10471/1/38.pdf>. (дата звернення: 10.02.2026).
43. Пашкевич С., Никончук В., Колодюк О. Базові підходи до формування транспортної моделі міста. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2024. Т. 2(23). С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i23.152>
44. Доля В. К. Пасажирські перевезення. Харків : Форт, 2011. 507 с.
45. Хітров І. О., Кристопчук М. Є., Пашкевич С. М. Оціночні показники розвитку маршрутної системи громадського пасажирського транспорту міста Дубно. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. Луцьк, 2020. № 2(15). С. 147–154. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/402/392>. (дата звернення: 10.02.2026).
46. ДБН В.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 185 с. URL: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf>. (дата звернення: 28.09.2025).
47. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 61 с. URL: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/08/DBN-V23-5-2018.pdf>. (дата звернення: 28.09.2025).
48. Никончук В. М., Піліпака Л. М. Адаптивний розвиток

транспортної системи в міських агломераціях. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : зб. тез V Міжнарод. наук.-техн. інтернет-конфер., 14–16 травня 2025 р. Рівне : НУВГП, 2025. С. 48–51. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/31662/> (дата звернення: 10.02.2026).

49. Пашкевич С. М., Никончук В. М., Кристопчук М. Є. Функціонування громадського транспорту у соціальному просторі міста. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті* : науковий журнал. Луцьк : ЛНТУ, 2022. Вип. 2(19). С. 161–173. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/915> (дата звернення: 10.02.2026).

50. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В. Критерії реалізації процесів забезпечення та підвищення надійності і ефективності функціонування транспортних систем. *Наукові нотатки* : міжвузівський збірник. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. № 62. С. 12–16.

51. Palma A., Kilani M., Proost S. Discomfort in mass transit and its implication for scheduling and pricing. *Transportation Research. Part B: Methodological*. 2013. Рр. 1–18. URL: <https://hal.science/hal-00784303v1/document>. (дата звернення: 28.09.2025).

52. Shen X., Feng S., Li Z., Hu B. Analysis of bus passenger comfort perception based on passenger load factor and in-vehicle time. *SpringerPlus*. 2016. Vol. 5 (62). URL: <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1694-7>.

53. Гончаренко Ф. П. Теоретичні основи та практичні методи підвищення безпеки руху при експлуатації автомобільних доріг : монографія. Київ : 2000. 350 с.

54. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В. Ступінь забезпечення надійності та якості пасажирських і вантажних автомобільних перевезень в Україні національними та міжнародними стандартами. *Вісник академії інженерних наук України*. 2016. № 3. С. 156–162.

55. Хітров І., Коляда Д. Функціонування транспортної мережі міста Дубно. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування*

транспортних систем : зб. матеріалів II Всеукр. наук.-техн. інтернет-конф., 9–11 листопад 2020 р. Рівне : НУВГП, 2020. С. 60–63. URL:

http://ep3.nuwm.edu.ua/19182/1/Tezu_%D0%86%D0%86_VNTI_Rivne_2020.zax.pdf (дата звернення: 10.02.2026).

56. Марчук Ольга. Дорога за 80 млн євро: де і як на Рівненщині будуватимуть нове шосе. *Суспільне новини*. URL: <https://suspilne.media/136335-doroga-za-80-mln-evro-de-i-ak-na-rivnensini-buduvatimut-nove-sose/> (дата звернення: 15.01.2026).

57. Трасу Київ-Чоп покращать зручним об'їздом навколо міста Дубно. *TCH* : вебсайт. URL: <https://tsn.ua/auto/news/ukrayina/trasu-kiyiv-chop-pokraschat-zruchnim-ob-yizdom-navkolo-mista-dubno-1301103.html> (дата звернення: 15.01.2026).

58. Генеральний план. *Дубенська міська рада*. URL: <https://dubno-adm.gov.ua/dubenchaniu/arkhitektura-ta-mistobuduvannja/generalnii-plan.html> (дата звернення: 16.01.2026).

59. На ремонт доріг у Дубно виділили 8 мільйонів гривень. *Рівненські новини*. URL: <https://www.rivnenews.com.ua/2023/03/11/na-remont-dorih-u-dubno-vydilyly-8-milioniv-hryven/> (дата звернення: 16.01.2026).

60. Репіч Т. А., Закорська К. Ю. Інформаційні системи в транспортній інфраструктурі підприємства. *Агросвіт*. 2018. № 3. С. 56–60. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/3_2018/12.pdf. (дата звернення: 16.01.2026).

61. Drozdziel P., Хітров І., Нечипорук І. Оцінка транспортних послуг міста Дубно. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : зб. тез Міжнарод. наук.-практ. інтернет конф. (Рівне, 21–23 трав. 2019 р.). Рівне : НУВГП, 2019. С. 74–76. URL:

<http://ep3.nuwm.edu.ua/15008/1/Zbirnuk%20Rivne%202019%20%D0%B7%D0%B0%D1%85.pdf>. (дата звернення: 16.01.2026).

62. Хітров І. О. Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи міських автобусів міста Дубно. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : зб.

матеріалів X Міжнар. наук.-техн. конф., 14–15 квітня 2022 р. Вінниця : ВНТУ, 2022. С. 285–289.

63. Хітров І. О. Дослідження безпечності перехрестя з круговим рухом. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця, 2023. № 2(18). С. 175–182. URL: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/356/319>. (дата звернення: 16.01.2026).

64. Хітров І. О. Дослідження умов безпечного проїзду перехрестя з близькими залізничними коліями. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький, 2022. № 6(37). С. 188–196. URL: [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/6\(37\)_I/25.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/6(37)_I/25.pdf). (дата звернення: 16.01.2026).

65. Хітров І. О. Оцінка ефективності функціонування перехрестя з круговим рухом. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. Луцьк, 2023. № 21. Т. 2. С. 227–235. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/1228/1134>. (дата звернення: 16.01.2026).

66. American Association of State Highway and Transportation Officials. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington, D.C. : AASHTO, 1994.

67. Никончук В. М. Дослідження системи транспортного обслуговування пасажирів за показниками якості. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки* : зб. наук. пр. 2022. Вип. 5 (36). Ч. 2. С. 246–253. URL: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.5\(36\).2.246-253](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.5(36).2.246-253) URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/12752>. (дата звернення: 16.01.2026).

68. Хітров І. О., Кристочук М. Є., Чехович С. С. Параметри функціонування пасажирської транспортної системи. *Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 15–17 квіт. 2020 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. С. 223–224. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10248/1/83.pdf>. (дата звернення: 16.01.2026).

69. Хітров І. О., Кристочук М. Є. До питання визначення

показників розвитку пасажирської маршрутної системи міста Дубно. *Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту*: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 18–19 лист. 2020 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. С. 186–194. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/bitstreams/27f09aad-334b-4313-a35e-6d352a714395/download>. (дата звернення: 16.01.2026).

70. Сервіс для онлайн відстеження громадського транспорту. *Dozor City*. URL: <https://city.dozor.tech/ua/dubno> (дата звернення: 75.01.2026)

71. Ponkratov D., Kopytkov D., Davidich Y., Kush Y., Nykonchuk V. An estimation of the public transit quality of service based on travel fatigue modeling approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2025. Vol. 1499. № 1. P. 1–15. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1499/1/012069>. (дата звернення: 16.01.2026).

72. Хітров І. О. Дослідження процесу перевезення пасажирів з моделюванням роботи зупинок громадського транспорту. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2024. № 1. Том 19. С. 157–164. URL: <https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/379/336>. (дата звернення: 16.01.2026).

73. Хітров І. О. Дослідження та моделювання роботи зупинок пасажирського транспорту. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : зб. матеріалів XII Міжнар. наук.-техн. інтер.-конф., 16–18 квіт. 2024 р. Вінниця : ВНТУ, 2024. С. 340–342. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/pdf/1456/2730-1>. (дата звернення: 16.01.2026).

74. Хітров І., Арабаджи А. Реалізовані заходи безпеки дорожнього руху міста Дубно. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* : зб. матеріалів III Міжнарод. наук.-техн. інтернет-конф., 19–20 жовт. 2022р. Рівне : НУВГП, 2022. С. 196–197. URL: <https://drive.google.com/file/d/1L2-QOU9UgApvN7gVykeW6t9T5sNmyAmS/view>. (дата звернення: 16.01.2026).

75. Аулін В. В., Надточій А. І. Імітаційне моделювання проблемного перехрестя за допомогою програми PTV VISSIM. *Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems* : матер. V Міжнар. наук.-практ. конфер., 19–21 квітня 2023 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С. 117–121.

76. Хітров І. О. Моделювання безпечних умов руху на перетині з прилеглими залізничними коліями. *Автошляховик України*. 2023. № 1. С. 30–34. URL: http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2023/04/05_Khitrov_PDF.pdf. (дата звернення: 16.01.2026).

77. Електричний автобус e-KENT С. Otokar. URL: <https://otokar.in.ua/our-models/city/e-kent-c/> (дата звернення: 24.01.2026).

78. Iqbal R., Ghani M. U. Intelligent Bus Stops in the Flexible Bus Systems. *Journal of Engineering Science and Technology Review*. 2014. Vol. 7(4). P. 59–65. URL: https://www.researchgate.net/publication/287034867_Intelligent_Bus_Stops_in_the_Flexible_Bus_Systems. (дата звернення: 10.02.2026).

79. Vehicle-to-vehicle (V2V) communication. *Avnet*. URL: <https://my.avnet.com/abacus/solutions/markets/automotive-and-transportation/automotive/communications-and-connectivity/v2v-communication/> (дата звернення: 27.01.2026).

80. Країни Європи за ВВП на душу населення. *Вікіпедія*. URL: <https://cutt.ly/JwdWkvNN> (дата звернення: 15.01.2026).

81. Країни Європи за площею. *Вікіпедія*. URL: <https://cutt.ly/vwdWlwiL> (дата звернення: 15.01.2026).

83. Список країн за довжиною мережі автомобільних доріг. *Вікіпедія*. URL: <https://wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 15.01.2026).

84. Transit Street Design Guide. *National Association of City Transportation Officials*. URL: <https://nacto.org/publication/transit-street-design-guide/> (дата звернення: 15.01.2026).

85. KFH Group. Guidelines for the Design and Placement of Transit Stops for the Washington Metropolitan Area Transit Authority. Final Report. 2009. 131 p. URL:

<https://www.wmata.com/initiatives/plans/upload/WMATA-Guidelines-Design-and-Placement-of-Transit-Stops.pdf>. (дата звернення: 16.01.2026).

86. ГБН В.2.3-37641918-555: 2016. Автомобільні дороги. Транспортні розв'язки в одному рівні. Проектування. Київ : Міністерство інфраструктури України, 2016. 58 с. URL: <https://mtu.gov.ua/files/%D0%93%D0%91%D0%9D%20555%20%E2%84%96114.pdf>. (дата звернення: 16.01.2026).

ДОДАТОК А ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА

Структурні елементи транспортної системи	Види транспорту	автомобільний, залізничний, морський, річковий, повітряний, трубопровідний, міський громадський транспорт тощо
	Транспортна інфраструктура	шляхи сполучення, вокзали, станції, термінали, мости, тунелі, порти, аеропорти, об'єкти навігації, логістичні центри
	Транспортні засоби	технічні засоби для перевезення пасажирів і вантажів (автомобілі, поїзди, літаки, судна, трамваї тощо)
	Керівні (управлінські) структури	державні та приватні органи управління, диспетчерські служби, оператори перевезень
Ознаки транспортної системи	Інформаційні та цифрові системи	автоматизовані системи управління рухом, GPS, електронні квитки, системи прогнозування потоків
	Системність	єдність усіх елементів, які взаємодіють у межах єдиного механізму
	Комплексність	включення не лише технічних, але й організаційних, правових, економічних та інформаційних компонентів
	Ієрархічність	наявність рівнів управління (національний, регіональний, місцевий, об'єктовий)
Види транспортних систем	Взаємодія з середовищем	вплив на економіку, довкілля, якість життя, організаційні процеси
	Адаптивність	здатність до розвитку, модернізації, інтеграції новітніх технологій
	Національні	охоплюють транспортну інфраструктуру однієї країни
	Регіональні	функціонують у межах окремих територій або агломерацій
Функціональні особливості	Міські	включають громадський транспорт, пішохідну та велосипедну інфраструктуру
	Міжнародні та транскордонні	інтегрують кілька держав
	Мобільність	виступає цільовим орієнтиром для планування інфраструктури, політики сталого розвитку, логістики та урбанізації
	Логістика (інфраструктурна підтримка постачання)	забезпечує організацію, управління та оптимізацію матеріальних потоків між виробниками, споживачами, постачальниками
	Інтеграція (територіальна цілісність і доступність)	просторове з'єднання регіонів і країн
	Комерціалізація	формування ринкової інфраструктури та підтримка зовнішньоекономічної діяльності
Транспортна система	Безпекозабезпечення	підтримка національної безпеки через стратегічне перевезення ресурсів, військових та гуманітарних вантажів

Рис. А.1. Класифікаційні ознаки транспортної системи

Єдина транспортна система України	транспорт загального користування (залізничний, морський, річковий, автомобільний і авіаційний, а також міський електротранспорт, у тому числі метрополітен)	До складу залізничного транспорту входять перевізні, інфраструктурні, промислові, будівельні, постачальницькі підприємства, навчальні та наукові установи, заклади охорони здоров'я, культури, спорту та інші організації, що забезпечують його функціонування і розвиток. До складу морського транспорту входять перевізні, суднобудівні, інфраструктурні, зв'язкові, промислові, торговельні, будівельні та постачальницькі підприємства, навчальні й наукові установи, заклади та організації, що забезпечують його функціонування До складу автомобільного транспорту входять перевізні, ремонтні, експедиційні підприємства, автовокзали, автогостинні, навчальні заклади, ремонтно-будівельні та соціально-побутові установи, а також інші організації, що забезпечують його функціонування До складу авіаційного транспорту входять перевізні, ремонтні, спеціалізовані підприємства, аеропорти, аеродроми, аероклуби, транспортні засоби, системи управління повітряним рухом, навчальні заклади та інші установи, що забезпечують його функціонування. До складу міського електротранспорту входять перевізні підприємства, трамвайні й тролейбусні лінії, депо, фунікулери, канатні дороги, ескалатори, ремонтні заводи, енергетичні та зв'язкові споруди, навчальні, наукові, будівельні та інші організації, що забезпечують його функціонування транспортно-технологічний комплекс, який забезпечує системне переміщення вантажів у процесі виробництва (між виробництвами, виробничими циклами, окремими операціями або підприємствами в цілому) та взаємодію із залізничним транспортом загального користування і не належить до нього
	промисловий залізничний транспорт	
	відомчий транспорт	До складу відомчого транспорту входять транспортні засоби підприємств, установ та організацій
	трубопровідний транспорт (магістральний та промисловий)	Магістральний трубопровід - це технологічний комплекс, що функціонує як єдина система та включає трубопроводи з усіма пов'язаними об'єктами, призначеними для транзитних, міждержавних і міжрегіональних поставок, збудованими відповідно до державних вимог Промислові трубопроводи (прицелані мережі) - це всі немагістральні трубопроводи в межах виробництва, нафтобаз, міських мереж газу, водо-, теплостачання, каналізації та інші розподільні системи
	шляхи сполучення загального користування	Сукупність автомобільних доріг; залізничних колій, водних шляхів, повітряних трас і трубопроводів, відкритих для використання всіма користувачами відповідно до законодавства, що забезпечують безперервне, безпечне та ефективне функціонування єдиної транспортної системи держави

Рис. А.2. Структурування єдиної транспортної системи України (згідно [2])

Таблиця А

Термінологічні формулювання, які стосуються інфраструктурних елементів транспортної системи

Термін	Документ	Визначення
1	2	3
<i>Нормативно-правовий підхід</i>		
транспортна інфраструктура	Закон України «Про транспорт» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text	Термін активно використовується (наприклад, ст. 21 про єдину транспортну систему), але у самому Законі не наведено формального (узакононого) визначення поняття; натомість закон описує функції єдиної транспортної системи та потребу в «розгалуженій інфраструктурі» для надання транспортних послуг
транспортна інфраструктура	Закон України «Про функціонування єдиної транспортної системи України в особливий період» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/194-14#Text	У контексті особливого періоду Закон використовує категорію «транспортна інфраструктура» як об'єкти та організації, що разом із транспортом утворюють єдину систему; формального дефінітивного запису немає, але містяться положення про перелік підприємств / формувань інфраструктури та їхню роль у мобілізації
транспортна інфраструктура (в частині доріг)	Закон України «Про автомобільні дороги» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2862-15#Text	Закон фіксує правові засади функціонування автомобільних доріг, визначає об'єкти дорожньої інфраструктури. Документ надає галузеві (дорожній) компоненти, а не універсальну дефініцію

проводження табл. А

1	2	3
інженерно-транспортна інфраструктура	Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text	Комплекс інженерних, транспортних споруд і комунікацій
інфраструктура об'єкта транспорту	Закон України «Про доступ до об'єктів будівництва, транспорту, електроенергетики з метою розвитку електронних комунікаційних мереж» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1834-19#Text	Виробничо-технологічні комплекси і споруди авіаційного, автомобільного, залізничного, морського і річкового, трубопровідного транспорту, міського електротранспорту, що надаються або можуть надаватися власником інфраструктури об'єкта доступу у користування замовнику на договірних засадах
інфраструктура внутрішнього водного транспорту	Закон України «Про внутрішній водний транспорт» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1054-20#Text	Сукупність об'єктів, що забезпечують судноплавство внутрішніми водними шляхами, яка включає гідротехнічні споруди внутрішніх водних шляхів, рейди, затони, місця стоянки суден, засоби навігаційного обладнання та гідрографічного забезпечення судноплавства, об'єкти річкової інформаційної служби, мережі та споруди зв'язку, сигналізації, інформування та управління рухом суден, а також судна і плавуче обладнання, призначені для виконання шляхових робіт

1	2	3
інфраструктура залізничного транспорту	Постанова Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013 року № 494 «Про затвердження Технічного регламенту безпеки інфраструктури залізничного транспорту» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/494-2013-%D0%BF#Text	Технологічний комплекс, що включає залізничні колії загального користування (в тому числі під'їзні колії), інженерні споруди (мости, тунелі, віадуки тощо), електричні мережі, тягові підстанції та інші пристрої технологічного електропостачання, контактну мережу, системи сигналізації, централізації, блокування, зв'язку і телекомунікацій, інформаційні комплекси та системи управління рухом поїздів, шляхи доступу пасажирів та вантажів до елементів інфраструктури, захисні лісонасадження, локомотивні і вагонні депо, пункти технічного обслуговування вагонів, вокзали, а також інші будівлі, споруди, пристрої та обладнання, що забезпечують функціонування такого комплексу та використовуються для надання послуг з перевезення
транспортна інфраструктура (авіація)	Повітряний кодекс України https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17#Text	Кодекс регулює авіаційну інфраструктуру (аеропорти, летовища, аеронавігацію, інфраструктурні послуги) і містить термінологічні положення, які визначають елементи авіаційної інфраструктури

проводження табл. А

1	2	3
менеджер інфраструктури	Регламент Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу № 1315/2013 від 11 грудня 2013 р. «Про настанови Євросоюзу щодо розвитку транс'європейської транспортної мережі (визначено складові інфраструктури залізничного, внутрішнього водного, автомобільного, морського, авіаційного транспорту)	Агенція або підприємство, яке відповідає, зокрема, за створення або підтримання у робочому стані транспортної інфраструктури. Це також може включати в себе керування системою управління інфраструктурою та менеджмент систем безпеки
транспортна інфраструктура автомобільних шляхів	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013R1315 або https://insat.org.ua/files/nav/law/3/reg_1315-2013_uk.pdf	Визначає склад дорожньої інфраструктури: мости; тунелі; перехрещення доріг; вузлові переходи; транспортні розв'язки, в тому числі зроблені на різних рівнях; узбіччя з належним покриттям / аварійні полоси руху; зони парковки та відпочинку; супутнє обладнання; прикладне програмне забезпечення дистанційного зв'язку, включаючи інтелектуальні транспортні системи; вантажні термінали та логістичні платформи; сполучення вантажних терміналів та логістичних платформ із іншими складовими транс'європейської транспортної мережі; автобусні станції.

1	2	3
<i>Науковий підхід</i>		
транспортна інфраструктура регіону	Жовтяк Г. А. Теоретико-методичні підходи до визначення поняття «транспортна інфраструктура регіону». <i>Ефективна економіка</i> № 11, 2011. http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=792	Транспортна система всіх видів транспорту з усіма складовими їх частинами та ланками, а також іншими обслуговуючими частинами інфраструктури народного господарства, що працюють у сфері переміщення вантажів і людей
транспортна інфраструктура (с. 310)	Шемаєв В. В. Теоретико-методологічні засади та пріоритети розвитку транспортної інфраструктури в системі економічної безпеки України: монографія. Київ НУОУ, 2018. 366 с. с. 310 https://surl.li/blpbfr	Складова частина єдиної транспортної системи, що покликана забезпечити умови її функціонування. Водночас, сама по собі транспортна інфраструктура не включає рухомий склад, підприємства, що здійснюють перевезення пасажирів і забезпечують роботу транспорту
транспортна інфраструктура (с. 87)	Н. Лавренюк (Ігнатова). Поняття транспортної інфраструктури в умовах інтеграційних процесів Україна – ЄС. <i>Юридичний вісник</i> . 2018. №4. С. 82-88 http://yurvisnyk.in.ua/v4_2018/15.pdf	Сполучний елемент між такими секторами економіки, як виробництво і споживання, і включає в себе транспорт (автомобільний, залізничний, водний, трубопровідний, авіаційний) і комунікації всіх видів, а також об'єкти, що обслуговують транспорт і комунікації (вокзали, станції, аеропорти, порти, ремонтні підприємства, депо, станції технічного огляду).

ДОДАТОК Б

ОГЛЯД ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РІВЕНЬ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ В МІЖНАРОДНОМУ ВИМІРІ

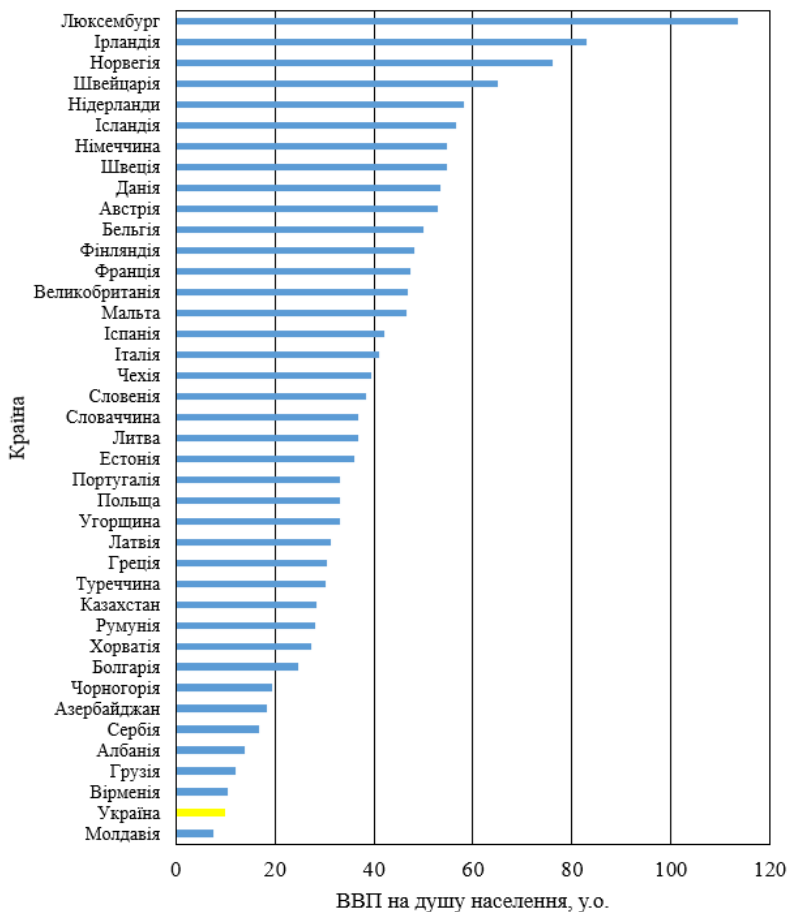


Рис. Б.1. Розподіл країн за рівнем ВВП на душу населення
(за даними [80])

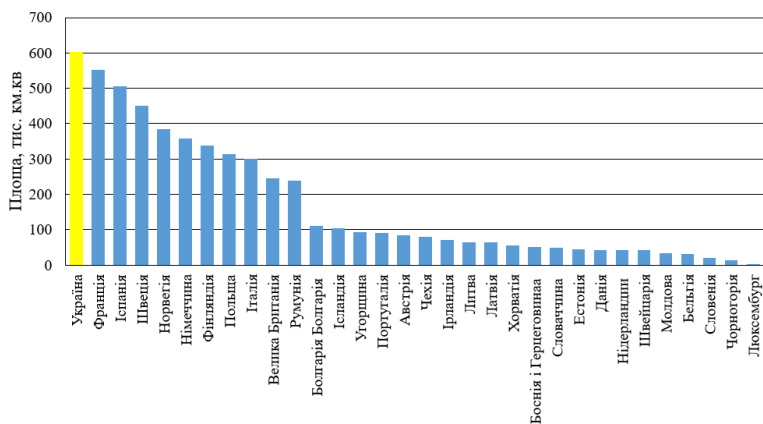


Рис. Б.2. Розподіл країн Європи за площею (за даними [81])

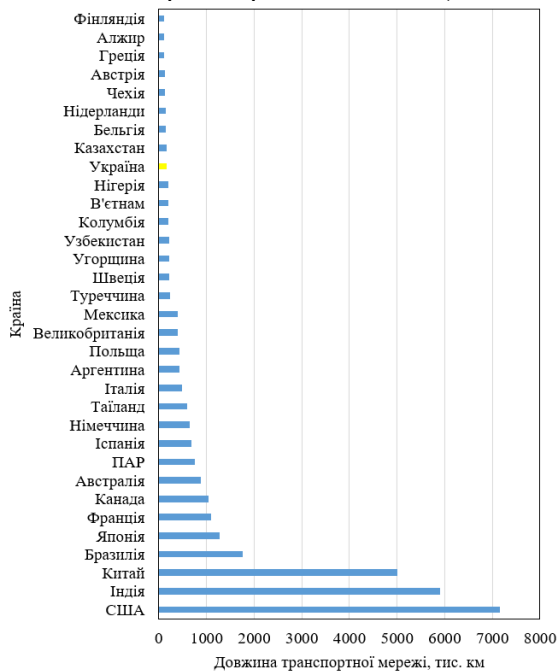


Рис. Б.3. Розподіл дорожньої мережі як інфраструктурної основи автомобілізації (за даними [83])

ДОДАТОК В ІНФРАСТРУКТУРА ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

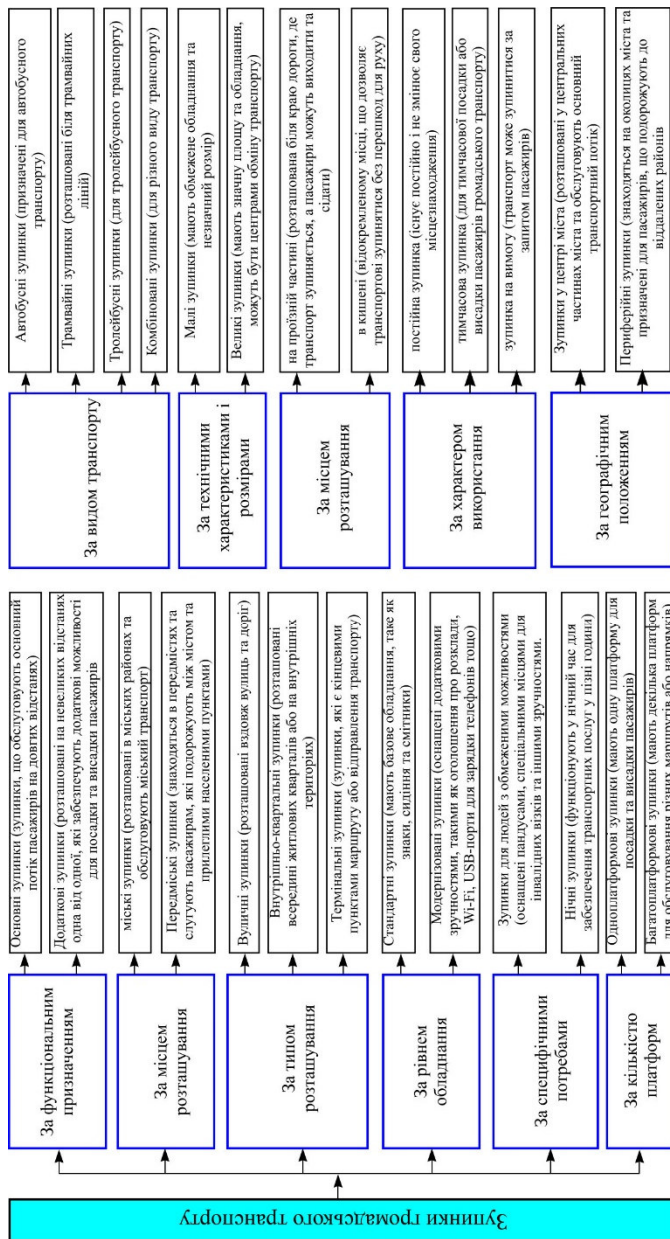
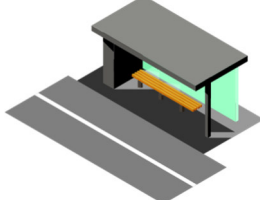
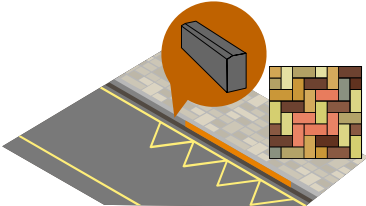
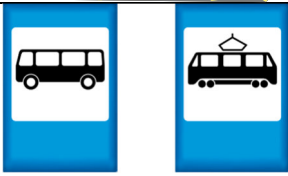
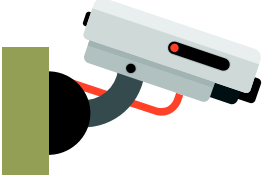
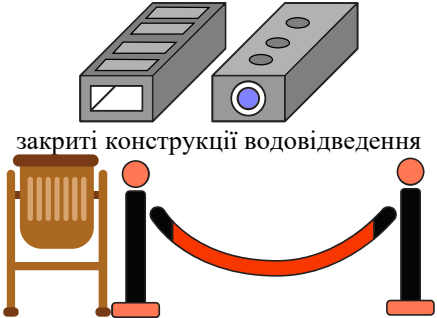


Рис. В.1. Класифікаційні ознаки зупинок громадського транспорту

Таблиця В.1

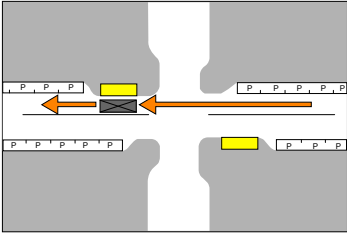
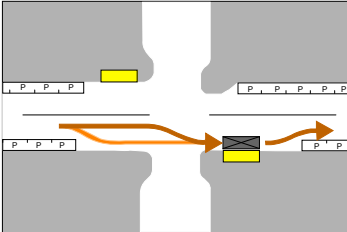
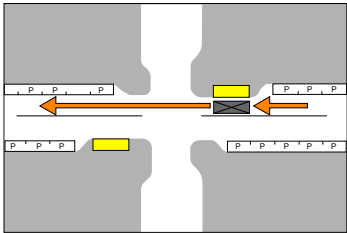
Базові елементами зупинок громадського транспорту

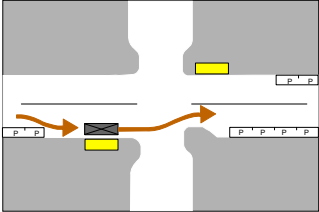
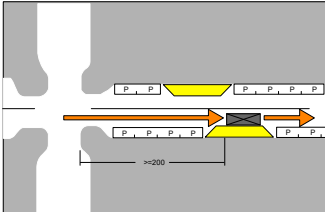
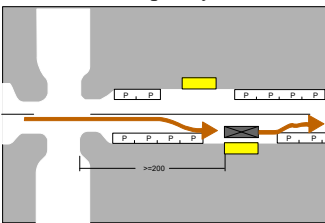
Назва елементу зупинки	Умовне зображення елементу
<i>1</i>	<i>2</i>
посадковий майданчик	
автопавільйон або навіс	
пішохідні доріжки, тротуари з твердим покриттям та інші облаштування	
технічні засоби для організації та регулювання дорожнього руху	 Дорожні знаки  Дорожня розмітка

1	2
	 Засоби телевізійного нагляду
інженерні комунікації та елементи благоустрою	 закриті конструкції водовідведення Смітник бар'єри (стовпчики)

Таблиця В.2

Схеми розташування зупинок громадського транспорту

Спосіб розташування зупинки*	Коротка характеристика зупинки**
1	2
Зупинки за перехрестям (ближня сторона) 	Громадський транспорт рухається прямолінійно без додаткового маневрування. Використовуються на вулицях з високою інтенсивністю руху та довгими циклами світлофорів.
Зупинки за перехрестям (даляня сторона) 	Покращують пропускну здатність транспортного потоку на світлофорних перехрестях. Дозволяють ефективно використовувати простір перехрестя, майже не впливаючи на загальний рух. Ефективні для місцевих зупинок на маршрутах зі швидкісним або експрес-обслуговуванням.
Зупинки на під'їзді до перехрестя (ближня сторона) 	Використовуються для полегшення руху смугами змішаного транспорту. Дозволяють уникати блокування перехрестя транспортними засобами, що очікують в черзі. Доцільні у випадках, коли велика кількість транспорту виконує виїзд на магістральну вулицю.

1	2
Зупинки на під'їзді до перехрестя (ближня сторона) 	Зручні у випадках, коли на вулицю повертає значна кількість транспортних засобів. Забезпечують вільний дальній бік перехрестя для маневрування транспорту. Можуть виконувати роль додаткової смуги для правого повороту.
Зупинка посеред кварталу (у межах смуги руху) 	Використовується при великому пасажиропотоці. Потребує облаштування пішохідних переходів зі світлофорами або регулюванням руху.
Зупинка на виїзді посеред кварталу 	Доцільна у місцях з інтенсивним рухом, де перехрестя створює проблеми безпеки. Може застосовуватися у пунктах пересадки. Необхідна достатня ширина узбіччя для безпечного маневрування громадського транспорту.

Примітка: *, ** – за аналізом джерел інформації [84–86]

Таблиця В.3

Можливі причини збільшення швидкості руху громадського транспорту у місті Дубно

№	Група факторів	Конкретна причина	Короткий опис впливу
1	2	3	4
1	Організаційні умови руху	Відсутність заторів і низька інтенсивність руху	Для малих міст (як Дубно) характерні короткі поїздки без суттєвих простоїв на перехрестях, що підвищує середню швидкість
2		Оптимізована маршрутна мережа	Менша кількість зупинок, короткі траси маршрутів та відсутність дублювання сприяють скороченню часу рейсу
3	Дорожні умови	Задовільний стан дорожнього покриття на основних вулицях	Зменшує потребу у гальмуванні, об'їздах та дозволяє підтримувати стабільну швидкість руху
4	Режим роботи водія	Водій намагається наздогнати графік після затримки (наприклад, очікування на залізничному переїзді або світлофорі)	Призводить до короткочасного підвищення швидкості з метою «надолуження» часу – часто спостерігається на периферійних ділянках маршрутів
5	Технічний стан рухомого складу	Використання нових або відремонтованих автобусів	Сучасні двигуни, автоматичні коробки передач, краща динаміка прискорення підвищують середню швидкість по маршруту
6	Пасажиропотік	Невелика кількість пасажирів на проміжних зупинках	Менше зупинок для посадки/висадки – менше втрат часу. У малих містах це типовий фактор

продовження табл. В.3

1	2	3	4
7	Погодні умови	Сухе покриття, хороша видимість	Дозволяє рухатись без зниження швидкості, особливо на замських ділянках маршрутів
8	Топографічні умови	Переважно рівнинний рельєф місцевості	Відсутність підйомів і крутих спусків зменшує витрати часу на розгін/гальмування
9	Поводінкові фактори	Перевищення швидкісного режиму водієм	Іноді водії свідомо рухаються швидше, ніж передбачено розкладом або правилами, щоб завершити рейс раніше або уникнути скарг пасажирів через запізнення
10	Зовнішні обставини	Відсутність руху приватного транспорту у певні години (ранок/пізній вечір)	Менше перешкод на маршруті – підвищується швидкість руху

Таблиця В.4

Компонувальні характеристики основних зупинок громадського транспорту

№ з/п	Назва зупинки	Дорожній знак	Тверде покриття	Огороджувальні елементи	Смітник	Освітлення
1	«М'ясокомбінат»	+	–	–	+	+
2	«Кафе Мар'яна»	–	+	–	–	–
3	«Залізничний вокзал»	+	+	–	+	–
4	«ГАП»	+	+	–	+	–
5	«Сиркомбінат»	+	+	+	+	–
6	«5 школа»	+	+	–	+	+
7	«Механічний завод»	+	+	–	–	–
8	«Базарчик»	+	+	–	+	+
9	«Садова»	+	+	–	–	+
10	«Козацький ринок»	+	+	–	+	–
11	«Майдан»	+	+	+	+	+
12	«Дитячий світ»	+	+	–	+	+
13	«Центр зайнятості»	+	+	–	–	+
14	«Автовокзал»	+	+	–	+	+
15	«Міська лікарня»	+	+	–	+	+

Позначення:

«+» – наявність відповідного елемента;

«–» – відсутність елемента на момент обстеження.

Таблиця В.5

Інформативність основних зупинок громадського транспорту

№ з/п	Назва зупинки	Спосіб відображення інформації	Зовнішнє позначення	Наявність розкладу руху / маршрутів	Можливість розміщення додаткової	Загальний рівень інформативності *
1	«М'ясокомбінат»	Табличка	+	–	+	Середній
2	«Кафе Мар'яна»	Відсутній	–	–	+	Низький
3	«Залізничний вокзал»	Табличка	–	+	+	Середній
4	«ГАП»	Табличка	–	+	+	Середній
5	«Сиркомбінат»	Табличка	–	+	+	Середній
6	«5 школа»	Табличка	–	+	+	Середній
7	«Механічний завод»	Табличка	–	–	+	Середній
8	«Базарчик»	Табличка + електронне табло	+	+	+	Високий
9	«Садова»	Табличка	–	–	+	Низький
10	«Козацький ринок»	Відсутній	–	–	+	Низький
11	«Майдан»	Табличка + електронне табло	+	+	+	Високий
12	«Дитячий світ»	Табличка	+	+	+	Середній
13	«Центр зайнятості»	Відсутній	–	–	–	Низький
14	«Автовокзал»	Табличка	+	+	+	Середній
15	«Міська лікарня»	Табличка + електронне табло	+	+	+	Високий

Позначення:

«+» – елемент наявний; «–» – відсутній.

* Рівень інформативності визначено за сумарною кількістю наявних елементів і їх функціональною повнотою.

ДОДАТОК Г

ПРОБЛЕМАТИКА УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ МІСТ

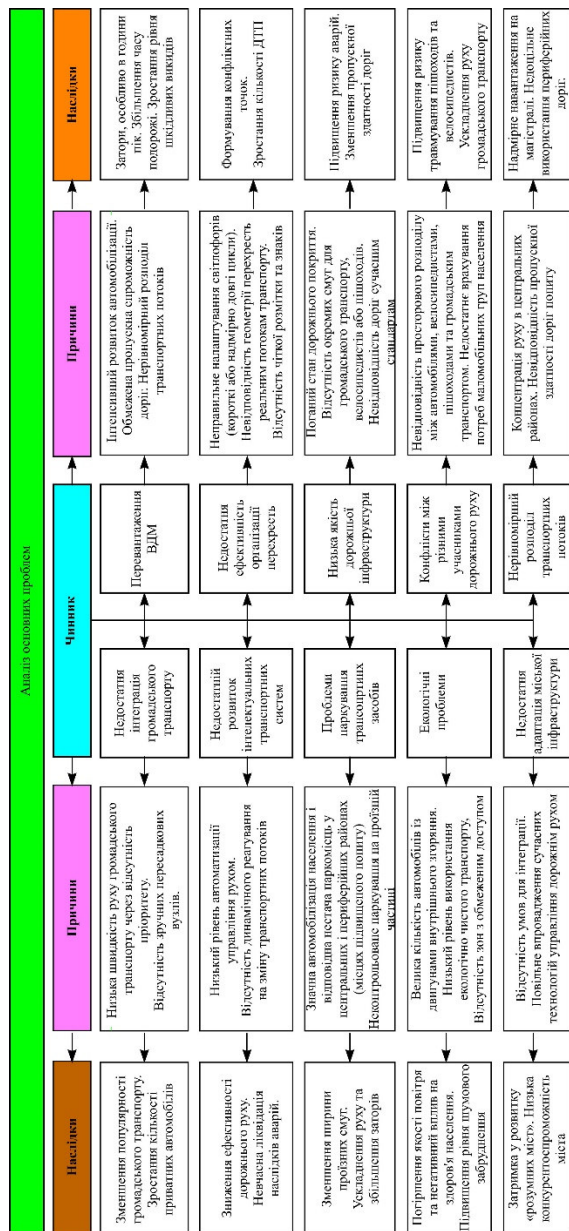


Рис. Г. Комплексні виклики організації дорожнього руху в сучасних міських системах

ДОДАТОК Д

ПІШОХІДНІ ПОТОКИ В СИСТЕМІ МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

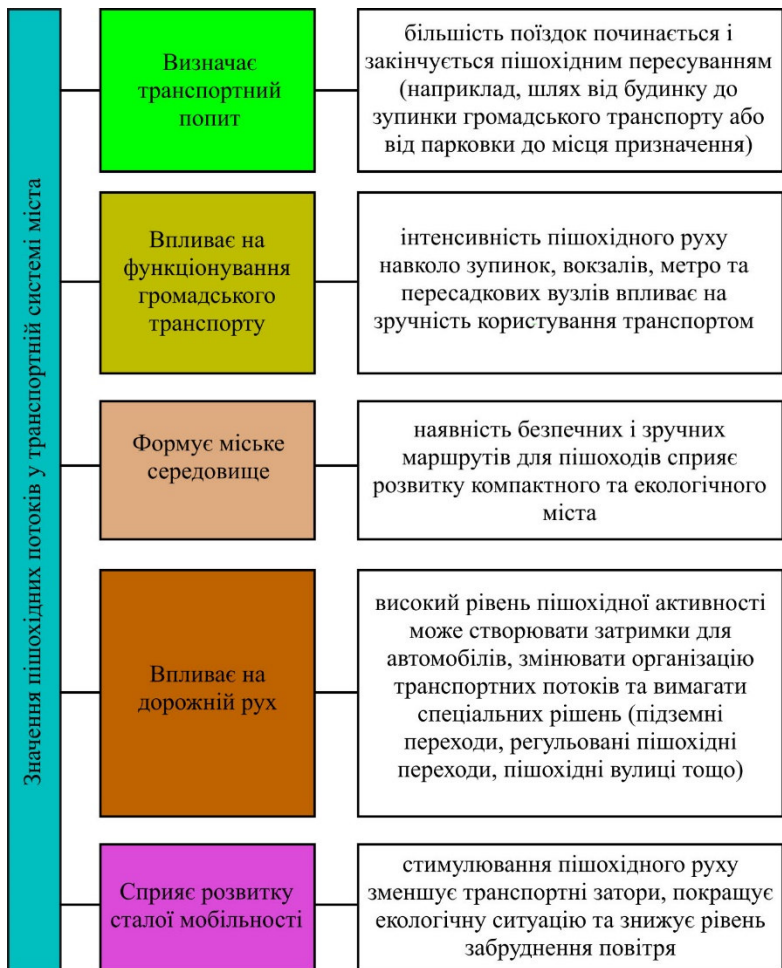


Рис. Д.1. Пішохідні потоки як елемент міської транспортної інфраструктури

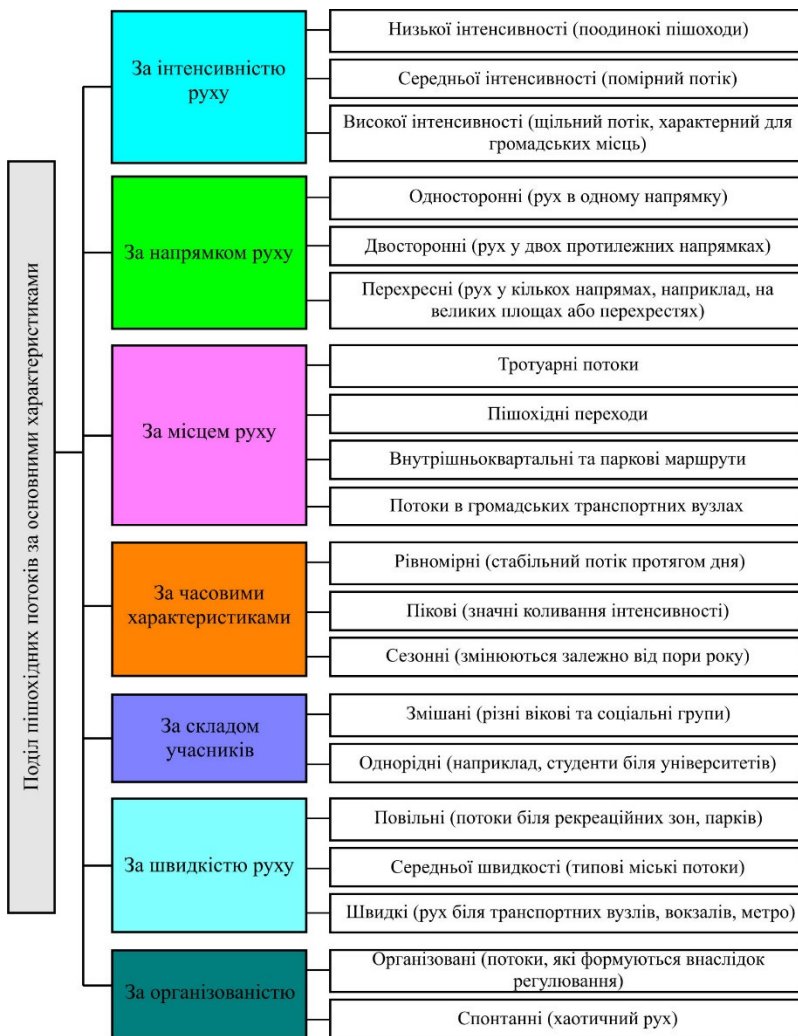


Рис. Д.2. Класифікаційні ознаки пішохідних потоків

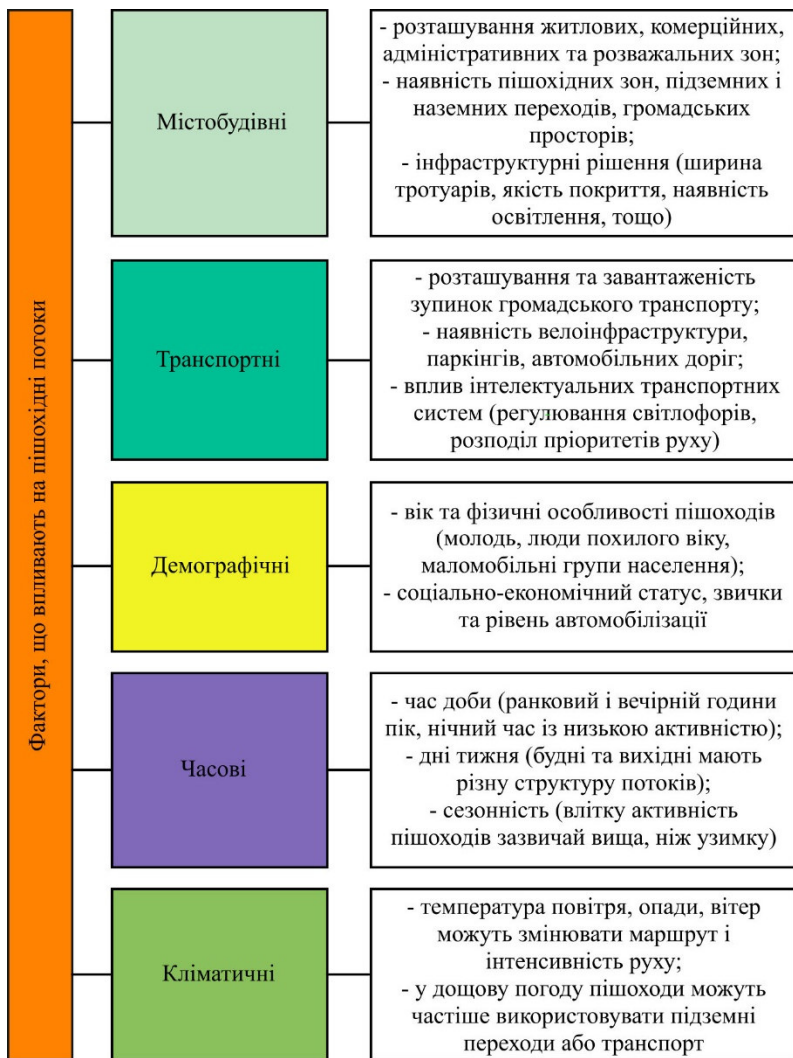


Рис. Д.3. Визначальні фактори інтенсивності й структури пішохідного руху

Причини проблеми	Незадовільна інфраструктура	Недостатня кількість пішохідних переходів або їх незручне розташування змушує людей шукати альтернативні, але небезпечні, маршрути
	Поспішність та неуважність	Пішоходи часто намагаються зекономити час або не звертають уваги на правила дорожнього руху
	Невідповідність поведінки	Низький рівень культури дотримання правил, особливо серед молоді, сприяє порушенням
Наслідки для безпеки	Збільшення ризику аварій	Водії не завжди очікують появи пішоходів у недозволених місцях, що може призвести до різких зіткнень
	Травматизм та загибель	Пішоходи, які перетинають дорогу не на пішохідних переходах, мають підвищений ризик отримання серйозних травм або навіть загибелі внаслідок ДТП
	Невідповідна реакція водіїв	Несподівана поява пішоходів може спровокувати помилкові маневри водіїв, що загрожує не тільки пішоходам, а й іншим учасникам руху
Правові та економічні наслідки	Штрафи та санкції	Порушення правил дорожнього руху може призвести до накладення штрафів або інших правових наслідків для пішоходів
	Економічні витрати	ДТП спричиняють значні витрати на медичну допомогу, ремонт транспортних засобів, відшкодування збитків, що впливає на бюджет як держави, так і постраждалих осіб
	Вплив на дорожній рух	Аварійні ситуації, спричинені недозволенними переходами, можуть призвести до заторів та зниження ефективності руху
Шляхи вирішення проблеми	Покращення інфраструктури	Будівництво додаткових пішохідних переходів, розумне розташування світлофорів і створення безпечних зон для перетину дороги
	Освітні заходи	Інформування населення про небезпеку переходу дороги в недозволених місцях і навчання правил дорожнього руху
	Посилення контролю	Застосування суворих санкцій до порушників для запобігання повторним правопорушенням

Рис. Д.4. Причини, наслідки та шляхи вирішення проблеми переходу проїзної частини в недозволених місцях

Наукове видання

*Ігор Олександрович Хітров
Вікторія Миколаївна Никончук
Віктор Васильович Аулін*

**МІСЬКИЙ ТРАНСПОРТ ТА
ІНФРАСТРУКТУРА: ІНТЕГРОВАНІЙ
ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ І РОЗВИТКУ**

Монографія

Друкується в авторській редакції

Технічний редактор

Галина Сімчук

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*