

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.10 – КР. 280 “С” 2021.02.11. 010 ПЗ

ВАЩЕНКО ДАРІЇ ОЛЕГІВНИ

2025 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко технологічний**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
транспортних технологій та**
(назва кафедри)

засобів у АПК
_____ Савченко Л.А.
(підпис) (ПІБ)

« _____ » _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Розробка рекомендацій з підвищення безпеки руху транспортних засобів та пішоходів на вулиці Велика Закузьминська в місті Старокостянтинів Хмельницької області»

Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» (код і назва)

Гарант освітньої програми

К. Т. Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Савченко Л.А.
(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Д. пед. н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Колосок І.О.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Ващенко Д.О.
(ПІБ студента)

КИЇВ - 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко технологічний**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та засобів у АПК

Савченко Л. А.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

« »

2025 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Ващенко Дарії Олегівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(код і назва)

Тема випускної бакалаврської роботи «Розробка рекомендацій з підвищення безпеки руху транспортних засобів та пішоходів на вулиці Велика Закузьминська в місті Старокостянтинів Хмельницької області»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 26.11.2024 р. №2099 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15 травня 2025 р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи:

1. Статистичні матеріали Головного управління статистики у Хмельницькій області;
2. Аналітичні дані Хмельницької обласної державної адміністрації;
3. Інформація Старокостянтинівської міської ради щодо соціально-економічного стану громади;
4. Дані обліку дорожньо-транспортних пригод з управління патрульної поліції в місті Хмельницький та поліції міста Старокостянтинів ГУНП в Хмельницькій області

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Здійснити аналіз загальної характеристики району, в якому здійснюється проектування;
2. Дослідити основні параметри взаємодії системи «транспортні потоки - дорожні умови»;
3. Обґрунтувати та запропонувати сукупність заходів, спрямованих на збільшення рівня безпеки дорожнього руху.

Дата видачі завдання «1» вересня 2025 р.

Керівник випускної бакалаврської роботи _____
(підпис)

Колосок І.О
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Ващенко Д.О
(прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1.ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ТЕРЕТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1. Особливості тереторіальних характеристик.....	8
1.2. Історисні відомості про місто.....	9
1.3. Демографічні характеристики району.....	11
1.4. Економічна характеристика сектору промисловості міста.....	12
1.5. Транспортні зв'язки міста Старокостянтинів.....	13
1.6. Екологічний стан навколишнього середовища території.....	15
1.7. Місця концентрації транспортних і пішохідних потоків.....	16
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРИ «ДУ-ТП».....	19
2.1. Аналіз планувальної структури ВДМ міста Старокостянтинів	19
2.2. Причино-наслідковий аналіз ДТП на ділянці дороги по вулиці Велика Закузьминська.....	22
2.3. Дослідження інтенсивності, швидкості та складу потоку автомобілів на ділянці дороги.....	28
2.4. Аналіз елементів поперечного профілю ділянки дороги.....	45
2.5. Визначення пропускної спроможності дороги.....	51
РОЗДІЛ 3. ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ДІЛЯНЦІ ДОРОГИ ПО ВУЛИЦІ ВЕЛИКА ЗАКУЗЬМИНСЬКА.....	56
3.1. Засоби з підвищення безпеки руху.....	56
3.2. Розрахунок економічного ефекту запропонованих заходів.....	61
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА НЕБЕЗПЕК ДОРОЖНЬОГО ТРАВМАТИЗМУ ТА СТРАТЕГІЇ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ.....	67
4.1 Аналіз передумов виникнення дорожньо-транспортних пригод	67
4.2 Надання домедичної допомоги постраждалим унаслідок ДТП.....	68
4.3 Превентивні стратегії безпеки для осіб, що пересуваються пішки.....	69
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена темі: «Розробка рекомендацій з підвищення безпеки руху транспортних засобів та пішоходів на вулиці Велика Закузьминська в місті Старокостянтинів Хмельницької області».

Робота бакалавра включає в себе пояснювальну записку об'ємом 75 сторінок формату А4, набраного на друкарській машинці. Матеріал структуровано у: 4 розділи, висновки; додатково подано: 24 формули, 20 таблиць, 17 ілюстрацій та списку з 25 літературних джерел.

Об'єктом даного дослідження є частина вулично-дорожньої мережі, яка проходить по вулиці Велика Закузьминська міста Старокостянтинів, Хмельницької області.

Основна мета кваліфікаційної бакалаврської роботи: розробка рекомендацій з підвищення безпеки руху транспортних засобів та пішоходів на вулиці Велика Закузьминська в місті Старокостянтинів Хмельницької області.

У першому розділі надано основну характеристику району, що підлягає проектуванню.

У другому розділі проведено детальний аналіз характеристик основних параметрів автотранспортних потоків на ВДМ.

У третьому розділі міститься детальний опис запропонованих заходів, спрямованих на поліпшення безпеки дорожнього руху на досліджуваній ділянці.

У четвертому розділі наведено головні причини дорожньо транспортних пригод, першу допомогу яку потрібно надати та способи щоб уникнути ДТП.

Ключові терміни: аналіз аварійності, вулично-дорожня мережа (ВДМ), дорожні умови, приведена інтенсивність, пункти транспортного тяжіння, пропускна спроможність дороги, район проектування, склад потоку.

ВСТУП

Дорожній рух характеризується підвищеним рівнем небезпеки, який у зв'язку зі зростанням автомобілізації набуває дедалі масштабніших загроз і перетворюється на загальнонаціональну проблему. Саме тому глобальне співтовариство спрямовує зусилля на впровадження результативних заходів і стратегій, мета яких - збільшити безпеку на дорогах та скоротити кількість загиблих і поранених у ДТП[18].

У 2024 році в Україні зафіксовано 25 781 ДТП з потерпілими, унаслідок яких загинуло 3 202 особи та травмовано 32 023. Суттєву частку серед постраждалих становлять пішоходи (6 877 осіб), що свідчить про їхню підвищену вразливість у системі дорожнього руху. Приблизно 400 пов'язані з незадовільним станом доріг. Ці цифри підкреслюють велике значення стану доріг для безпеки дорожнього руху.

За оцінками Світового банку, щорічні соціально-економічні збитки України від ДТП становлять близько 70 млрд грн, або 2% ВВП. Це зумовлює необхідність модернізації інфраструктури та впровадження ефективних заходів безпеки задля зменшення аварійності та пов'язаних витрат.

Проблематика безпеки дорожнього руху активно висвітлюється у працях як класичних, так і сучасних науковців. Серед провідних дослідників варто відзначити О.О Бакуліч, О.П Дзюба, В.І Єресов, О.В Красильников. Актуальні дослідження в цій галузі проводили В.П. Поліщук та Я.В. Хомяк, які аналізують питання безпеки з урахуванням змін у транспортній інфраструктурі.

Європейський досвід впровадження сучасних технологій довів ефективність у підвищенні безпеки дорожнього руху, тоді як в Україні нестача фінансування та порушення у плануванні вуличних мереж поглиблюють проблему, що підкреслює актуальність дослідження.

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи - розробка рекомендацій з

підвищення безпеки руху транспортних засобів та пішоходів на вулиці Велика Закузьминська в місті Старокостянтинів Хмельницької області. Поставлена мета визначила коло наступних завдань, що вимагають вирішення: здійснити дослідження наукових праць, присвячених організації та забезпеченню безпеки дорожнього руху; провести аналіз аварійності у межах території проектування, спираючись на наявні дані про дорожньо-транспортні пригоди; зібрати необхідну інформацію та здійснити аналіз взаємодії компонентів системи «Дорожні умови-транспортні потоки»; використовуючи зібрані дані, визначити пропускну спроможність та рівень завантаженості дорожньої ділянки; сформулювати пропозиції щодо заходів, спрямованих на підвищення безпеки руху як транспортних засобів, так і пішоходів на запланованій до проектування ділянці.

Об'єкт дослідження: ділянка вулично-дорожньої мережі по вулиці Велика Закузьминська м. Старокостянтинів, Хмельницької області.

Предметом дослідження є ключові параметри транспортного потоку та особливості дорожніх умов на визначеній ділянці автомобільної дороги.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі застосовано комплекс методів: спостереження - для збору даних про стан дорожніх умов та транспортного потоку; описовий - для характеристики території та уточнення термінів; аналітичний - для обробки статистики, оцінки ризиків і обґрунтування заходів безпеки; узагальнення, порівняльний та експертний аналіз - для оцінки ефективності рішень і формування висновків.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається зі вступної частини, чотирьох основних розділів, висновків та списку використаної літератури. Перший розділ присвячено загальній інформації про об'єкт роботи, зібраній з теоретичних джерел. У другому розділі подано результати дослідження згідно з цілями. У третьому розділі запропоновано можливі заходи для покращення безпеки дорожнього руху. У четвертому подані стратегії подолання факторів що спричиняють ДТП та травмування.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Особливості територіальних характеристик

Місто Старокостянтинів розташоване у північно-східній частині Хмельницької області, в межах Волинсько-Подільської височини. Географічно воно знаходиться приблизно за 35 км на північний схід від обласного центру - міста Хмельницький. Територія району проектування належить до центральної частини України, що зумовлює помірно континентальний клімат з характерною для регіону сезонністю погодних умов.

Рельєф місцевості переважно рівнинний із незначними коливаннями висот (рис. 1.1). Деякі ділянки мають слабохвилястий характер, що сприяє природному стоку поверхневих вод. В цілому, територія зручна для проведення будівельних і господарських робіт, оскільки немає значних перепадів висот або складних геологічних утворень. Переважаючими ґрунтами є чорноземи опідзолені, що мають добрі агровиробничі характеристики та достатню родючість.

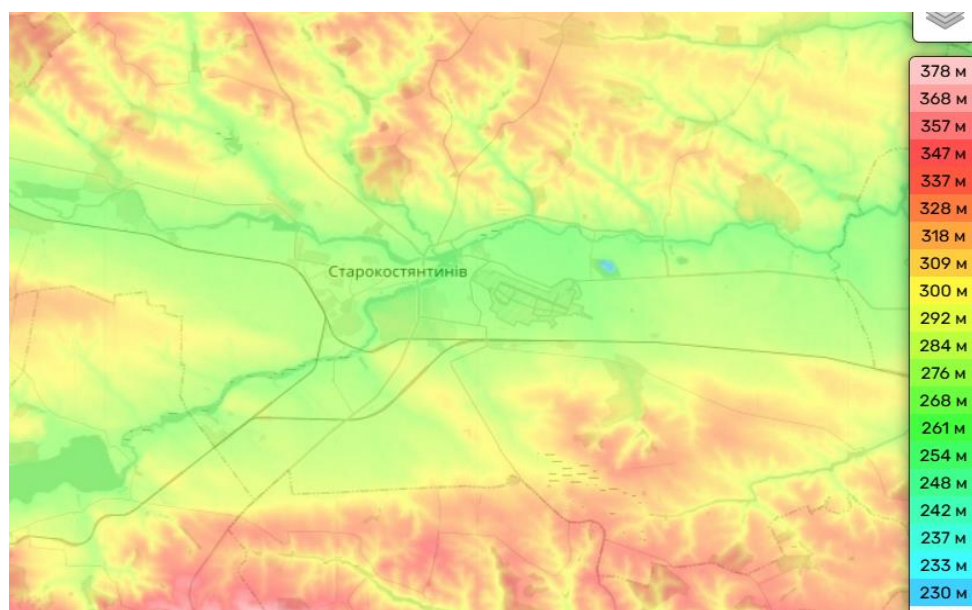


Рис. 1.1. Топографічна карта Старокостянтинів та прилеглих територій
Кліматичні умови в районі проектування є сприятливими для більшості

видів діяльності, зокрема сільського господарства та будівництва. Зими тут м'які, з середньою температурою січня близько - 5 °С, а літо помірно тепле - середня температура липня становить +19...+20 °С. Річна кількість опадів становить у середньому 550-650 мм, при цьому найбільше їх випадає влітку. Вітер здебільшого має північно-західний або західний напрямок.

У гідрографічному відношенні місто розташоване на річці Случ, яка є притокою річки Горинь (рис. 1.2.). Територія не є зоною підвищеного ризику підтоплення, але локальні зниження рельєфу можуть накопичувати талу чи дощову воду, що потребує правильного планування дренажних систем.

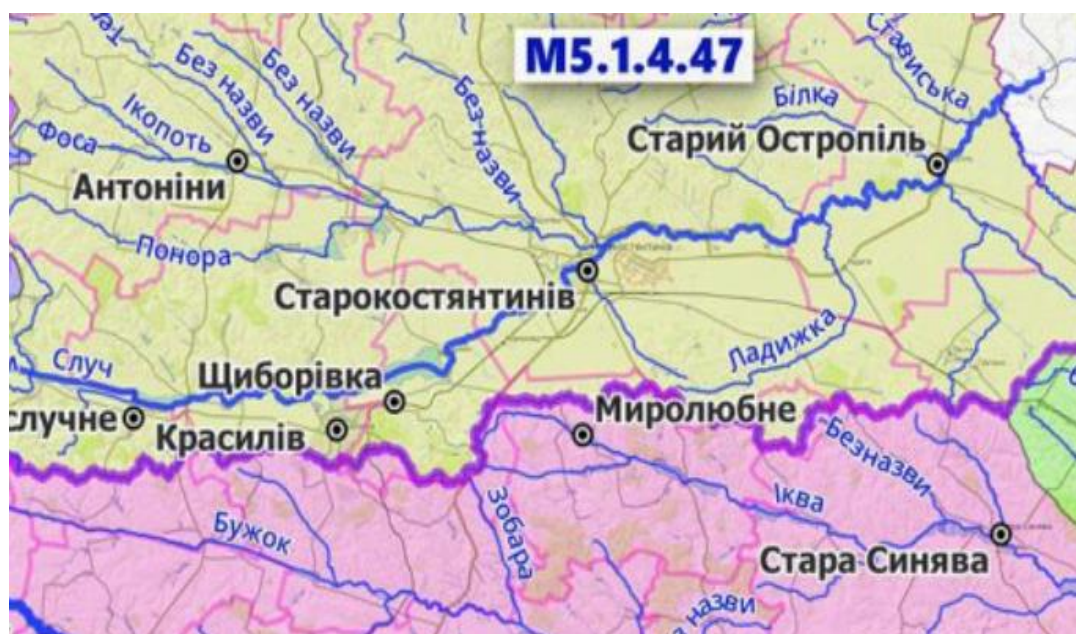


Рис. 2.1. Водні ресурси Хмельницької області

1.2. Історичні відомості про місто

Тривалий час існувала традиційна версія, що місто заклав князь Василь-Костянтин Острозький у 1551 році. Проте новіші дослідження розкрили, що Старокостянтинів - це давньоруське місто Кобудь, історія якого налічує понад 800 років. Це місто належало до володінь Болохівських князів та знаходилося на Чорному шляху. Справжнє ж місто Старокостянтинів постало у 1525 році як поселення Колищенці, вперше згадане в документі польського короля, адресованому кременецькому старості від 5 березня 1505 року.

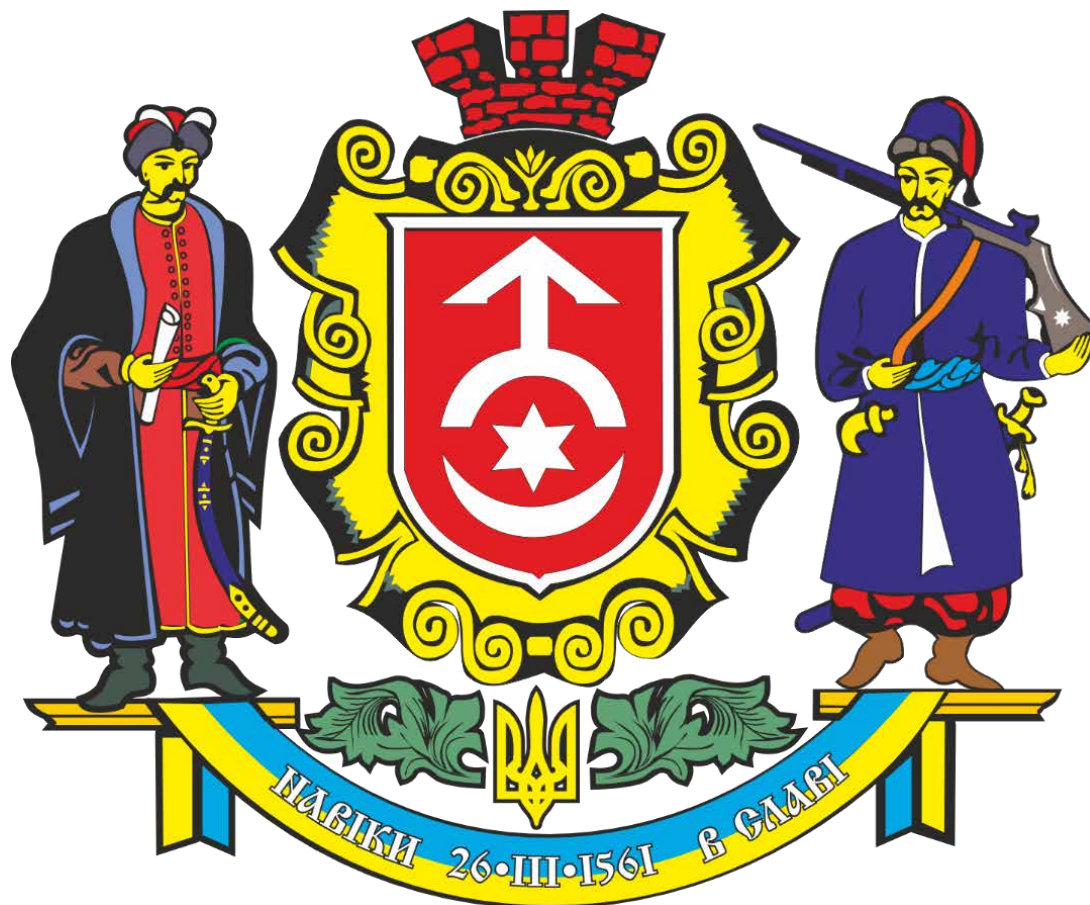


Рис. 1.3. Герб міста Старокостянтинів

Стосовно назви міста, вона корениться у імені його засновника - князя Костянтина Острозького. З появою та розвитком ще одного населеного пункту з майже такою ж назвою - Новокосянтинів (нині село в Летичівському районі), для уникнення плутанини місто дістало додаток «Старо-», ставши Старокостянтинівом.

У 1562 році місто було наділене магдебурзьким правом, а також отримало дозвіл на організацію різноманітних ярмарків. Це суттєво вплинуло на його економічне зростання. Князь Острозький розпорядився звести в місті потужний і міцний замок-фортецю (див. рис. 1.4), що перетворився на ключовий оборонний пункт на південному заході Волині. На щастя, цей замок зберігся до нашого часу і нині є однією з найважливіших архітектурних пам'яток, де досі організуються екскурсії.



Рис. 1.4. Замок князя Острозького збудований у 1569

На початку ХХ століття Старокостянтинів продовжував активний ріст як транспортно-промисловий центр. Поблизу міста проходила залізнична колія, що з'єднувала його з ключовими містами Волині, Поділля та центральної частини України. У місті працювали промислові об'єкти, зокрема цукровий та свічковий заводи, тютюнові фабрики, а також регулярно організовувалися ярмарки, що залучали підприємців з різних країв.

У сучасну добу Старокостянтинів є адміністративним центром міської територіальної громади, що має таку саму назву, і входить до Хмельницького району. Місто славиться своєю історико-культурною спадщиною, яка представлена замковим комплексом, храмами та будівлями магістрату. Його транспортна інфраструктура й надалі є важливим компонентом регіональних сполучень і мобільності населення

1.3. Демографічні характеристики району

Згідно з офіційними статистичними даними Головного управління статистики у Хмельницькій області, станом на 5 січня 2020 року чисельність наявного населення міста Старокостянтинів становила 34 538 осіб. Більш оновлені статистичні відомості за наступні роки, зокрема за 2021-2024, наразі

офіційно не оприлюднені через перенесення публікації у зв'язку з дією воєнного стану в Україні.

У 2001 році, відповідно до даних Всеукраїнського перепису населення, чисельність мешканців міста складала 36 403 особи. Таким чином, протягом понад двадцяти років спостерігається поступове скорочення кількості населення, що узгоджується з загальнодержавною демографічною ситуацією.

Таблиця 1.1

Чисельність населення міста Старокостянтинів за період 1897-2020р

Рік	Чисельність населення, осіб	Джерело
1897	16 527	Перепис населення Російської імперії
1926	13 800	Всесоюзний перепис населення 1926 року
1989	35 000	Всесоюзний перепис населення 1989 року
2001	35 015	Всесоюзний перепис населення 1989 року
2014	35 176	Головне управління статистики у Хмельницькій області
2015	35 200	Головне управління статистики у Хмельницькій області
2024	34195	Головне управління статистики у Хмельницькій області

1.4. Економічна характеристика сектору промисловості міста

Місто Старокостянтинів, що на Хмельниччині, являє собою один з ключових промислових вузлів регіону. Тут працює чимало підприємств харчової галузі, деревообробки, легкої промисловості та ремонтно-механічних майстерень, які становлять кістяк його економічного життя. Завдяки історичним передумовам та вигідному розташуванню, Старокостянтинів лишається важливим виробничим та логістичним центром на північному сході області.

Серед основних підприємств варто відзначити молокозавод, елеватори,

млини, комбикормові підприємства, деревообробні цехи та виробництва з ремонту сільськогосподарської техніки. Харчова промисловість є найбільш потужною - за інформацією Старокостянтинівської міської ради, у 2023 році вона забезпечила понад 40% обсягу всього місцевого виробництва.

Висока концентрація підприємств у місті безпосередньо впливає на транспортну активність. Щоденно в межах міста і за його межі курсує значна кількість вантажного автотранспорту, який забезпечує доставку сировини, вивіз готової продукції, а також обслуговує потреби локальних виробництв. Це стосується не лише автомобільного, а й залізничного транспорту- завдяки наявності залізничної гілки Старокостянтинів з'єднаний із промисловими і торговими вузлами Поділля, Волині та Центральної України.

Активний вантажопотік формує додаткове навантаження на місцеву інфраструктуру, але водночас сприяє розвитку транспортної логістики та суміжних сервісів. За даними Головного управління статистики у Хмельницькій області, в 2022 році підприємства міста забезпечили близько 12% обсягу промислового виробництва Хмельницького району, що також свідчить про постійну ділову активність і необхідність ефективного транспортного забезпечення.

Загалом, промислова структура міста тісно пов'язана з його транспортною системою. Така взаємодія є передумовою для подальшого розвитку логістичної інфраструктури та створення сприятливих умов для інвесторів і нових виробництв.

1.5. Транспортні зв'язки міста Старокостянтинів

Місто Старокостянтинів розташоване в межах важливих транспортних шляхів Хмельницької області. Завдяки вигідному географічному положенню та історично сформованій транспортній інфраструктурі, місто виконує функції логістичного з'єднувача між центральними, західними та північними регіонами України.

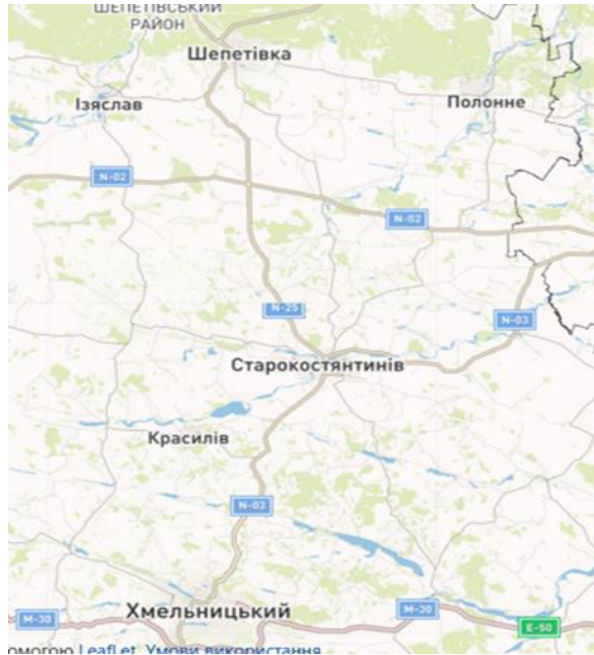


Рис. 1.5. Карта автомобільних доріг які проходять через Старокостянтинів

Найголовнішою та найдовшою артерією, що проходить крізь місто, є автомобільна дорога національного значення Н03 (Житомир - Чернівці, пролягаючи через Хмельницький). Ця магістраль сполучає Старокостянтинів із ключовими обласними центрами - Хмельницьким (38 км на захід) та Житомиром (120 км на північний схід), забезпечуючи надзвичайно швидкий доступ до центральної України та Карпатського краю.

До того ж, через місто пролягає автомобільна дорога Р49 регіонального значення (Васьківці - Старокостянтинів - Білогір'я), що забезпечує транспортний зв'язок зі східними районами області, зокрема з містами Полонне, Шепетівка та Ізяслав.

На південь від міста бере початок дорога Т-23-02, що з'єднує Старокостянтинів з містом Теофіполь. Цей маршрут відіграє важливу роль в обслуговуванні аграрних підприємств, розташованих у південному напрямку.

У межах міста сформовано розвинену вулично-дорожню мережу, до складу якої входять основні магістралі: вулиця Івана Франка, вулиця Миру, вул. Острозького (частина траси Н03) та вул. Чернівецька.

Окрему роль у транспортній системі міста відіграє залізниця. Залізнична

станція Старокостянтинів I є важливим об'єктом перевезення вантажів, зокрема промислової та сільськогосподарської продукції. Станція приймає й відправляє як вантажні, так і пасажирські потяги. Через місто проходить гілка, що сполучає його із залізничними вузлами Шепетівки та Хмельницького, що забезпечує зручне внутрішнє і міжрегіональне сполучення.

На території міста також функціонує автобусна станція, з якої здійснюється регулярне пасажирське сполучення з більшістю населених пунктів області. Завдяки цьому забезпечується доступність міста для мешканців навколишніх сіл, що важливо з точки зору трудової міграції та забезпечення мобільності населення.

За даними відділу економіки та інфраструктури Старокостянтинівської міської ради, щоденно через місто проходить значна кількість вантажного транспорту. Це зумовлено як розташуванням промислових підприємств, так і активною торгівельною діяльністю. Висока транспортна інтенсивність потребує належного технічного стану доріг і оновлення логістичної інфраструктури.

Отже, транспортний вузол міста Старокостянтинів відіграє важливу роль у забезпеченні регіональної мобільності, функціонуванні промислового комплексу та інтеграції району в загальнодержавну транспортну мережу. Подальший розвиток інфраструктури та модернізація транспортних об'єктів можуть значно підвищити ефективність економічної діяльності в регіоні.

1.6. Екологічний стан навколишнього середовища території

Загальна екологічна обстановка у межах громади є характерною у порівнянні з іншими громадами Хмельниччини. Однак, відповідно до відомостей Головного управління статистики у Хмельницькій області, спостерігається поступове збільшення у 1,5-2 рази обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря у період з 2016 до 2019 років з подальшим їх зменшенням, що почалося з 2020 року. Атмосфера зазнає забруднення різними

газами, завислими мікрочастинками та рідинами, які негативно впливають на живі організми, створюючи несприятливі умови для їхнього існування.

Динаміка викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел у м. Старокостянтинові, згідно з даними Головного управління статистики в Хмельницькій області, представлена на рис 1.7.

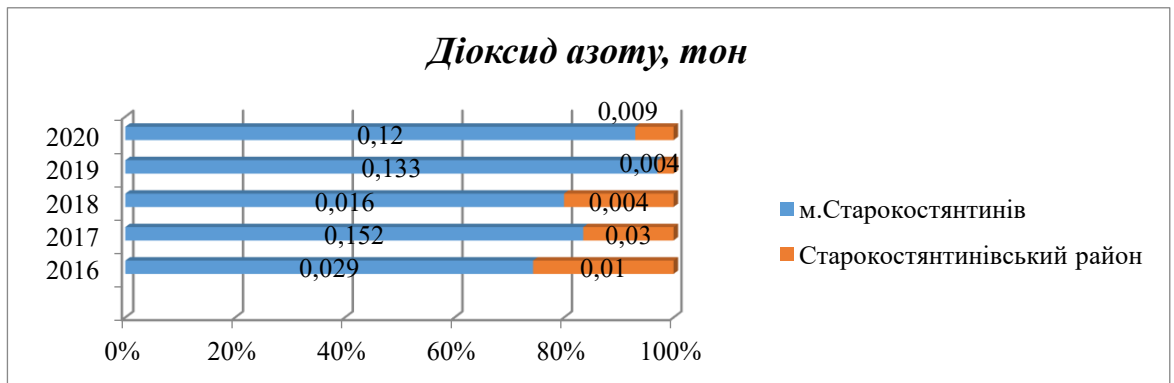


Рис. 1.7. Зміни обсягів викидів діоксид азоту

Щорічно утворюється більше 6 тисяч тонн побутових відходів, причому лише 12–15% з них потрапляє на полігони. Пріоритетні екологічні заходи, які планує громада, включають очищення річок, модернізацію очисних споруд, поліпшення системи поводження з відходами та впровадження енергоефективних рішень.

1.7. Місця концентрації транспортних і пішохідних потоків

У кожному місті сформовані основні пункти тяжіння пішохідних і транспортних потоків. У місті Старокостянтинів найбільше зосередження пішоходів спостерігається в центральній частині, зокрема на вулиці Острозькій, де розташовані автовокзал та велика кількість об'єктів торгівлі й обслуговування населення.

Пункти тяжіння транспортних засобів у місті мають нерівномірне розміщення. Найвищу концентрацію руху зафіксовано в центральній частині, що зумовлено щільністю комерційної та інфраструктурної забудови. Додаткові осередки транспортної активності спостерігаються в районах, прилеглих до великих підприємств.

До точок тяжіння пішоходів (позначені на карті зеленими кружечками) відносяться:

1. Торговий центр «Анастасія»: зона активної пішохідної діяльності завдяки численним магазинам та закладам обслуговування;
2. Історичний центр міста: місце туристичної привабливості та культурної значущості;
3. Концентрація торговельно-розважальних комплексів: територія підвищеного скупчення людей, пов'язана із закладами торгівлі, громадського харчування та дозвілля;
4. Новий сквер імені Тараса Шевченка: рекреаційна зона, що приваблює мешканців для відпочинку та прогулянок;
5. Набережна та міський пляж: сезонна зона відпочинку із високою активністю пішоходів у теплу пору року.

Висновки до розділу

1. Місто Старокостянтинів розташоване в північній частині Хмельницької області, на перетині автошляхів Н03, Т23-11. Населення міста становить близько 34 тис. осіб. Рельєф рівнинний, клімат помірно континентальний (середня температура січня - $-4,5^{\circ}\text{C}$, липня - $+18,6^{\circ}\text{C}$).
2. У місті функціонують 7 промислових підприємств, основні галузі - харчова та машинобудівна. Через місто проходять важливі автомобільні та залізничні маршрути, що формують локальний транспортний вузол.
3. Екологічний стан задовільний, однак у центральній частині фіксуються перевищення допустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітрі на 15-20 %. Функціональне зонування виділяє житлову, промислову та громадську зони, що дозволяє ефективно планувати транспортну інфраструктуру.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРИ «ДУ-ТП»

2.1. Аналіз планувальної структури ВДМ міста Старокостянтинів

У містах планувальна структура залежить від розташування та форми вулично-дорожньої мережі. На неї впливає значною мірою географічний рельєф, концентрація річок чи інших водойм, особливості історії розбудови місцевості, а також демографічний фактор.

Зазвичай геометризовані планувальні схеми поділяють на:

Довільна схема, вона характеризується хаотичним розміщенням доріг (рис. 2.1, *a*). Міста що мають таку структуру зазвичай є досить старими відповідно вулиці максимально вузькі у них важко налагодити рух громадського транспорту.

Радіальна - характерна для старих невеликих міст. Основними недоліками такої схеми є переміщення між периферичними зонами міста, тому, що усі дороги перетинаються у центральній частині відповідно там створюються дорожні затори. Головною перевагою є достатньо швидкий, у порівнянні з іншими схемами, зв'язок центру з іншими районами міста (рис. 2.1, *b*).

Радіально-кільцева - це покращена версія радіальної схеми, яка відрізняється лише появою магістралей по колу (рис. 2.1, *в*). Саме завдяки їм значно спрощується зв'язок між периферією та центром.

Трикутна схема є досить незручним варіантом для використання у містах, через гості кути, які утворюються на перетині вулиць. Вони формують ділянки на яких важко розвивати певні інфраструктурні елементи, а також негативно впливають на рух транспорту (рис. 2.1, *г*).

Прямокутна - це схема якою зазвичай характеризують міста, що створювалися за попередньо підготовленим планом. В основі такої схеми лежать вулиці, які розміщені паралельно і перпендикулярно (рис 2.1, *д*). Це

значно підвищує зручність та покращує пропускну здатність доріг.

Прямокутна -діагональна схема відповідно містить додаткові магістралі, які розміщені діагонально (рис. 2.1, *e*). Завдяки їм скорочується час у дорозі від найбільш віддалених ділянок міста.

Комбінована схема поєднує у собі елементи усіх наведених вище схем. Є досить зручним варіантом для розбудови міста тому що усуває усі недоліки інших схем та збільшує пропускну здатність дороги.

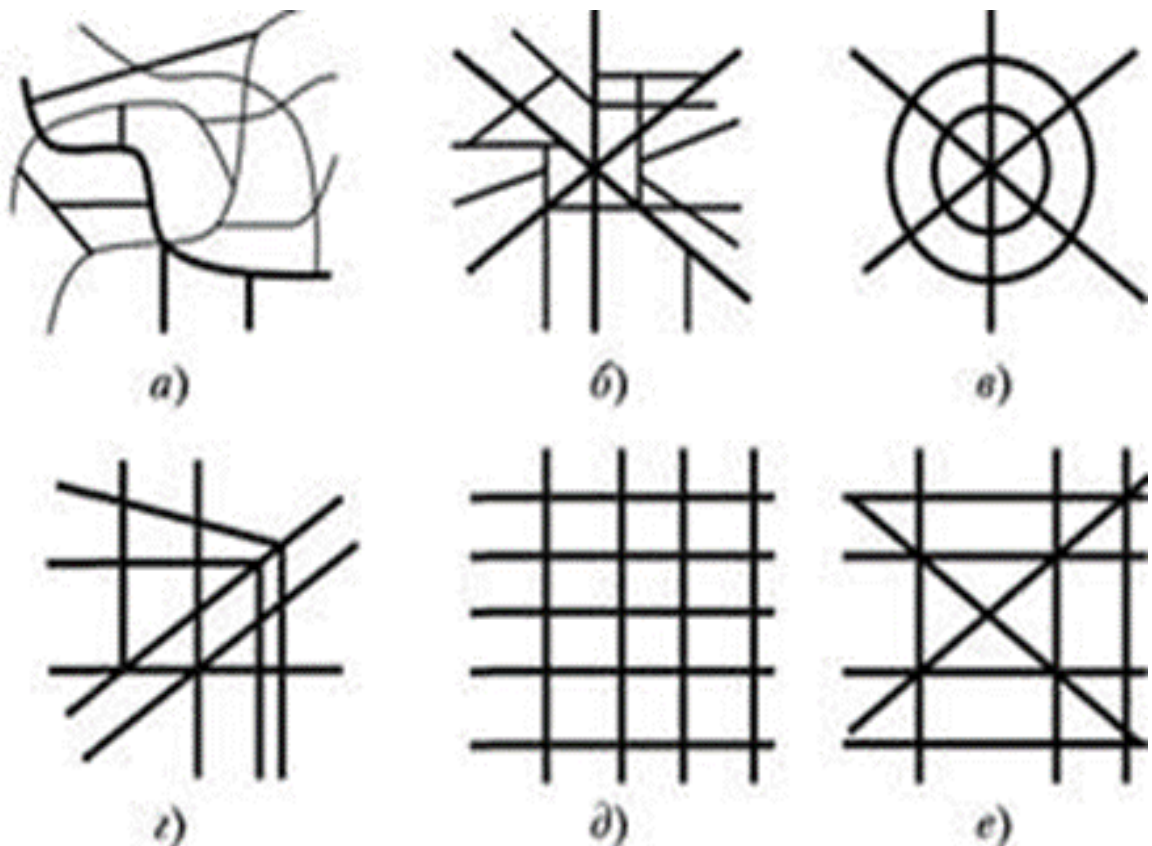


Рис. 2.1. Планувальні структури вулично -дорожньої мережі

За результатами аналізу ми дійшли висновку, що для міста Старокостянтинів характерна комбінована схема (Рис 2.2). У центрі міста простежується прямокутна сітка вулиць - із перпендикулярними перехрестями.

Але в інших частинах, особливо ближче до периферії та біля річки, вулиці мають нерегулярну, діагональну або радіальну орієнтацію, часто підлаштовану під природні умови (рельєф, водойми).

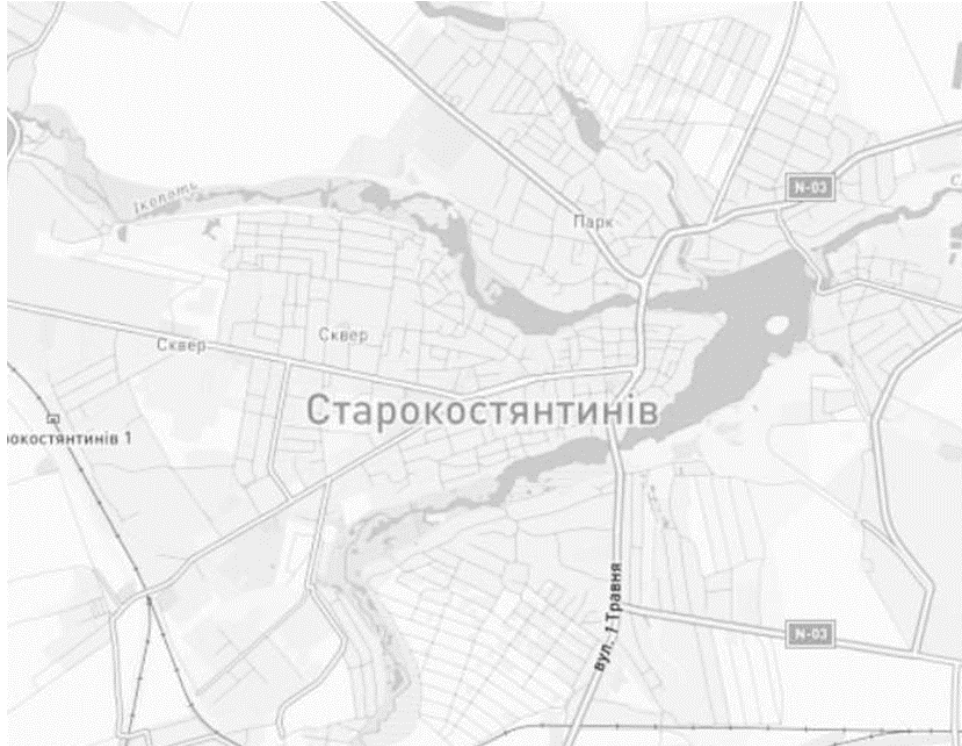


Рис. 2.2. Схема ВДМ міста Старокостянтинів

Вулично-дорожню мережу, як правило, характеризують за допомогою таких показників: коефіцієнт нелінійності ВДМ; середня відстань між районами міста; інтенсивність навантаження на вузли; густина ВДМ.

Рівень розвитку вулично-дорожньої мережі встановлюється, спираючись на загальну довжину та щільність. Щільність розраховується як співвідношення довжини мережі до площі території ($\text{км}/\text{км}^2$) – це дає нам числовий показник розвитку транспортної інфраструктури.

Розрахунок щільності здійснюється за наступною формулою:

$$\lambda = \frac{L}{S} \quad (2.1)$$

де L - протяжність доріг, км; S - площа території, що розглядається, км^2 .

Загальна площа міста Старокостянтинів дорівнює $40,2 \text{ км}^2$, отже щільність вулично-дорожньої мережі становить:

$$\lambda = \frac{99,3}{40,2} = 2,47 \text{ км}/\text{км}^2 \quad (2.2)$$

2.2. Причино-наслідковий аналіз ДТП на ділянці дороги по вулиці Велика Закузьминська

Дорожньо-транспортна пригода - це надзвичайний випадок, який трапився під час руху транспортних засобів, через який були травмовані або отримали ушкодження несумісні із життям люди або створилися певні матеріальні збитки.

Для системного аналізу стану безпеки на автомобільних дорогах використовується класифікація дорожньо-транспортних пригод (ДТП) за характером події та її наслідками. Такий розподіл дозволяє оцінювати ефективність заходів щодо підвищення безпеки руху.

До основних типів дорожньо-транспортних пригод відносять:

1. Зіткнення автомобілів та інших видів транспорту;
2. Транспортний засіб втрачає стійкість та перевертається;
3. Автомобіль або інший транспортний засіб здійснює наїзд на пішохода;
4. Наїзд транспортного засобу на велосипедиста;
5. Удар транспортного засобу об нерухому перешкоду;
6. Наїзд транспортного засобу на будь-яку тварину;

Відповідно до статистики, управління патрульної поліції в місті Хмельницький та поліції міста Старокостянтинів ГУНП в Хмельницькій області, протягом 2020-2024 років на вулиці Велика Закузьминська було зареєстровано 19 дорожньо-транспортних пригод. У таб. 2.1 і на рис. 2.3 показано розподіл кількості дорожньо-транспортних пригод за роками на ділянці дороги по вул. Велика Закузьминська.

Таблиця 2.1.

Кількість ДТП що трапились по вулиці Велика Закузьминська за 5 років

Роки	2020	2021	2022	2023	2024
Кількість ДТП	3	4	3	5	4

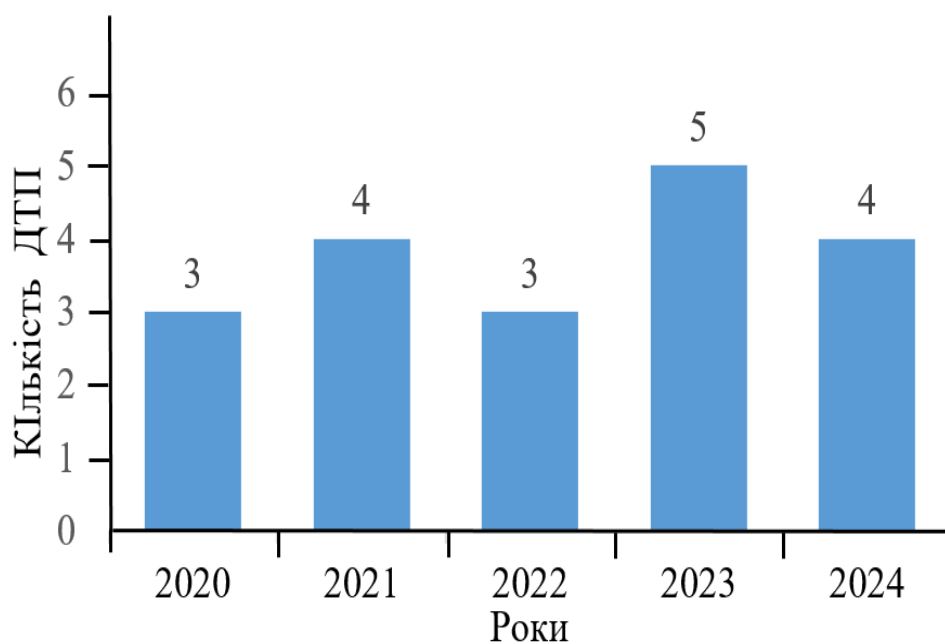


Рис. 2.3. Динаміка кількості дорожньо-транспортних пригод за роками
 Види дорожньо-транспортних пригод, які відслідковуються на вулиці
 Велика Закузьминська, представлені у таблиці 2.2 та на рисунку 2.4

Таблиця 2.2.

Розподіл ДТП за видами за період з 2020 по 2024 рік

Вид ДТП	ДТП				
	2020	2021	2022	2023	2024
Зіткнення	1	2	-	1	2
Наїзд на ТЗ що стоїть	-	1	1	-	1
Наїзд на велосипедиста	1	-	1	2	1
Наїзд на пішохода	1	1	-	1	-
Наїзд на тварину	-	-	1	1	-

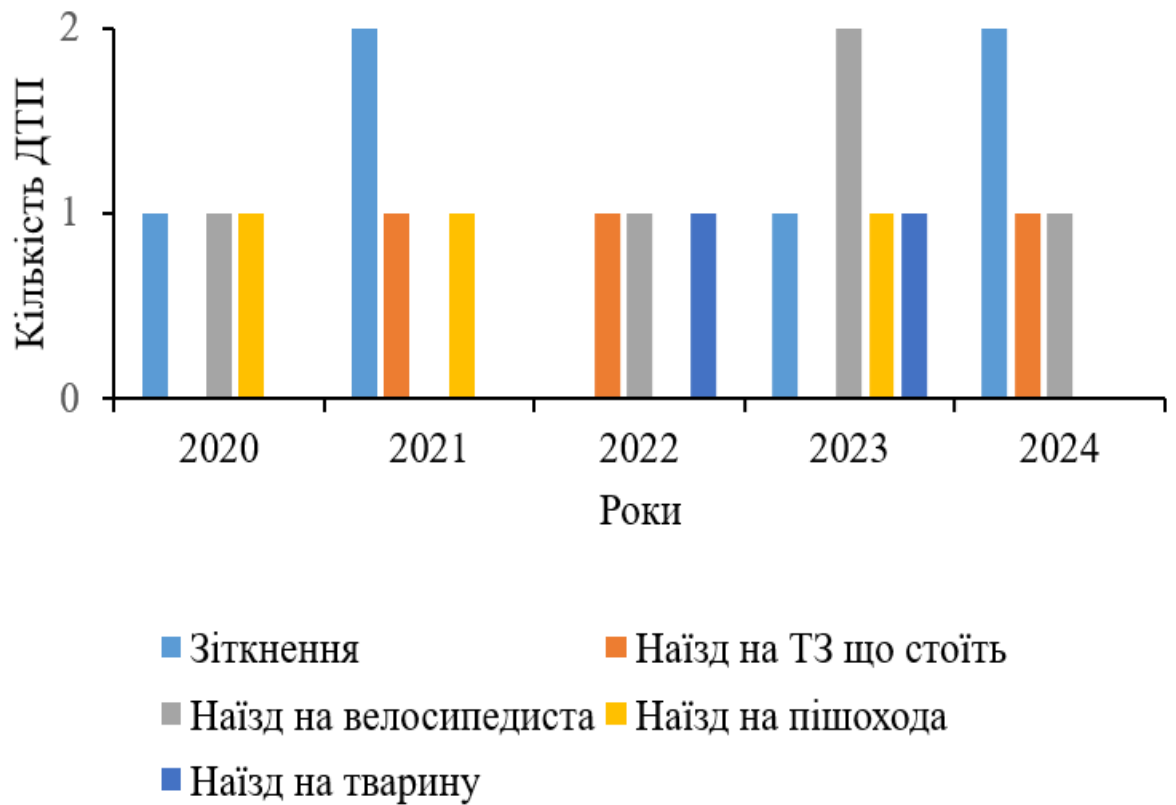


Рис. 2.4. Динаміка ДТП за видами на вулиці Велика Закузьминська

Інформацію щодо кількості осіб, які постраждали внаслідок ДТП у період 2020-2024 років, наведено в табл. 2.3 та на рис. 2.5.

Таблиця 2.3

Статистика ДТП за характером наслідків

Роки	Постраждали	Загублі	Поранені
2020	2	1	1
2021	2	-	2
2022	3	1	2
2023	4	2	2
2024	2	-	2

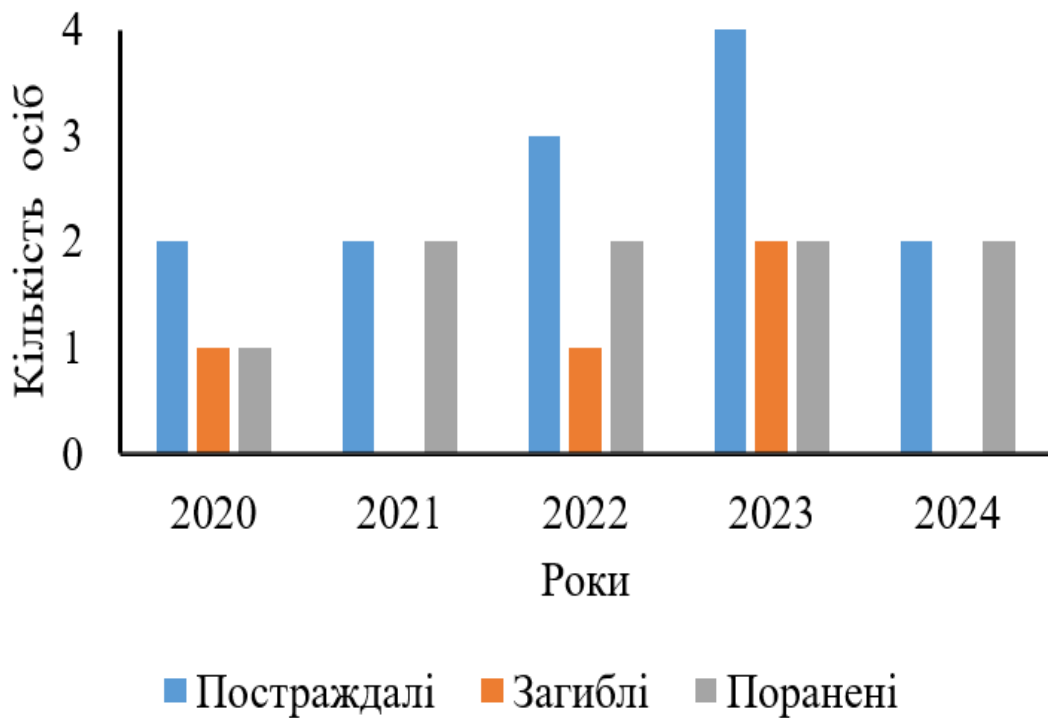


Рис. 2.5. Статистика постраждалих у ДТП на вул. Велика Закузьминська

Основними причинами ДТП на ділянці дороги були такі: порушення правил дорожнього руху, водіння автомобілем у нетверезому стані та несправності автомобіля.

Ознайомившись із поданим графічним матеріалом, можна дійти висновку, що відрізок автомобільної дороги по вулиці Велика Закузьминська має ознаки ділянки концентрації дорожньо-транспортних пригод (рис. 2.6). Це обумовлено тим, що протягом останніх трьох календарних років було зафіксовано 12 випадків ДТП, що свідчить про підвищений рівень аварійності на зазначеній території.

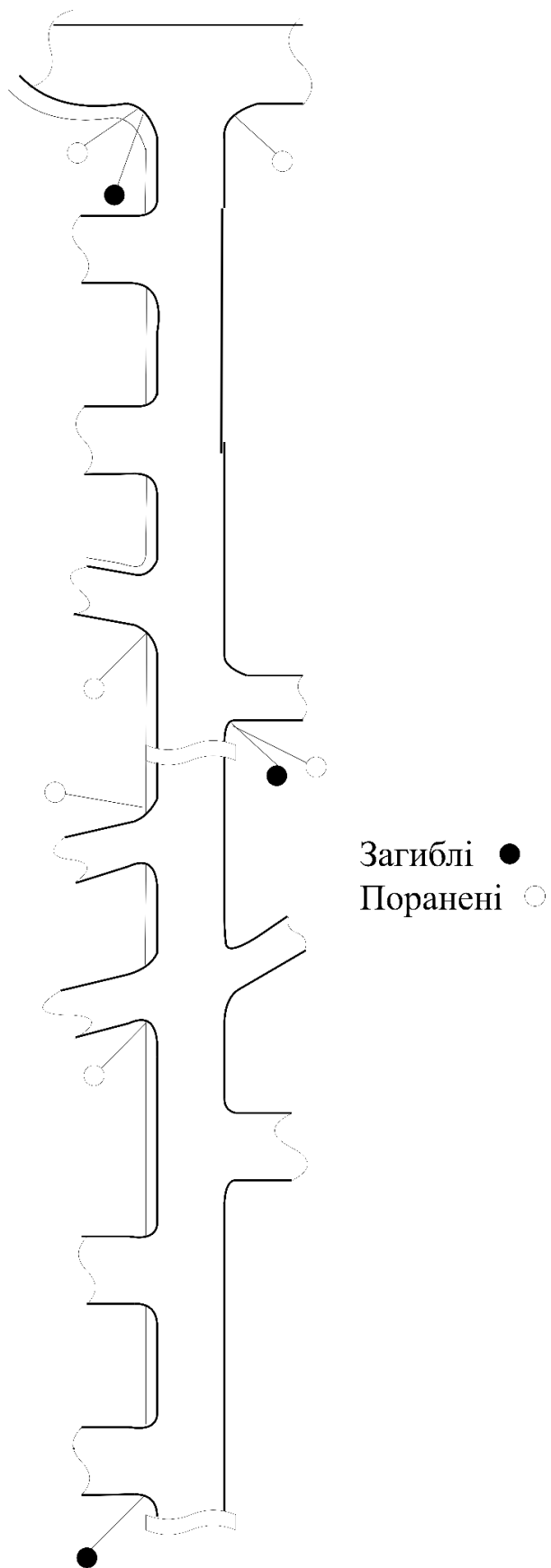


Рис. 2.6. Ділянки концентрації ДТП по вулиці Велика Закузьминська

Оцінимо ступінь важкості наслідків зі застосуванням коефіцієнтів тяжкості аварійності за формулами 2.2, 2.3, 2.4:

$$K_{T1} = \frac{\sum n_3}{\sum n_{\text{пор}}}, \quad (2.3)$$

де n_3 - кількість загиблих в ДТП за рік; $n_{\text{пор}}$ - кількість поранених в ДТП за рік.

$$K_{T1(2020)} = \frac{1}{1} = 1; K_{T1(2022)} = \frac{1}{2} = 0,5; K_{T1(2023)} = \frac{1}{1} = 1;$$

$$K_{T2} = \frac{\sum n_3}{\sum n_{\text{ДТП}}}, \quad (2.4)$$

де n_3 - кількість загиблих в ДТП за рік; $\sum n_{\text{ДТП}}$ - загальна кількість ДТП за рік.

$$K_{T2(2020)} = \frac{1}{3} = 0,33; K_{T2(2022)} = \frac{1}{3} = 0,33; K_{T2(2023)} = \frac{2}{5} = 0,4;$$

$$K_{T3} = \frac{\sum n_3}{\sum n_{\text{постр}}}, \quad (2.5)$$

де n_3 - кількість загиблих в ДТП за рік; $\sum n_{\text{постр}}$ - загальна кількість постраждалих в ДТП за рік.

$$K_{T1(2020)} = \frac{1}{2} = 0,5; K_{T1(2022)} = \frac{1}{3} = 0,33; K_{T1(2023)} = \frac{2}{4} = 0,5;$$

Усі розрахункові дані, отримані під час аналізу, зведені до таблиці 2.4. Такий формат подання дозволяє чітко й послідовно представити результати, а також забезпечує зручність для подальшого їх порівняння та узагальнення в межах дослідження.

Таблиця 2.4

Коефіцієнти тяжкості аварійності

Роки	2020	2021	2022	2023	2024
Коефіцієнт тяжкості аварійності K_{T1}	1	0,5	-	1	-
Коефіцієнт тяжкості аварійності K_{T2}	0,33	0,33	-	0.4	-
Коефіцієнт тяжкості аварійності K_{T3}	0,5	0,33	-	0,5	-

Таким чином, проаналізувавши діапазон, у межах якого змінюється коефіцієнт тяжкості аварійності (від 0,33 до 1,0), можна зробити висновок, що дана ділянка дороги характеризується відносно високим рівнем тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод.

2.3. Дослідження інтенсивності, швидкості та складу потоку автомобілів на ділянці дороги

Транспортний потік – це сукупність транспортних засобів, що перетинають певну ділянку вулично-дорожньої мережі. Основними параметрами характеристики транспортних потоків є інтенсивність, швидкість, щільність та склад потоку за типами транспортних засобів.

Основні параметри, що відображають як кількісні, так і якісні властивості транспортного потоку, включають такі показники:

- інтенсивність трафіку;
- структура транспортного потоку;
- швидкість, з якою рухаються;
- густина транспортного потоку;
- часовий проміжок між транспортними засобами;

- відстань між транспортними засобами.

Інтенсивність руху - кількість автомобілів, яка проходить через поперечний переріз дороги за одиницю часу.

Інтенсивність руху вимірюється в різних одиницях залежно від умов і мети дослідження. При незначному потоці застосовують авт./добу, для більш точного аналізу - авт./год, а в умовах високого навантаження - авт./год у піковий період. У специфічних випадках, наприклад під час регулювання світлофорів, використовують авт./5 хв. Слід враховувати, що цей показник змінюється залежно від часу доби та ділянки дороги, тобто має випадковий, стохастичний характер.

У рамках дослідження було проведено спостереження за рухом транспортних засобів на вулиці Велика Закузьминська (рис 2.7) у два характерні періоди року - в січні (зимовий період) та липні (літній період). Вибір цих місяців зумовлений сезонною варіацією транспортного потоку: у січні спостерігалось мінімальне навантаження, тоді як у липні-максимальне.



Рис. 2.7. Ділянка вулиці Велика Закузьминська

На основі зібраних даних сформовано таблицю погодинної інтенсивності руху за часовий проміжок з 5:00 до 24:00 (табл.2.5,2.6).

Таблиця 2.5

Показники інтенсивності руху транспорту в літній період (липень) за результатами обліку

Проміжок часу	Годинна інтенсивність, авт./год.
5 ⁰⁰ -6 ⁰⁰	42
6 ⁰⁰ -7 ⁰⁰	121
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	197
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	97
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	102
10 ⁰⁰ -11 ⁰⁰	73
11 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	92
12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰	73
13 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	108
14 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	117
15 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	165
16 ⁰⁰ -17 ⁰⁰	189
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	204
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	171
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	89
20 ⁰⁰ -21 ⁰⁰	84
21 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	72
22 ⁰⁰ -23 ⁰⁰	59
23 ⁰⁰ -24 ⁰⁰	37

На підставі даних про інтенсивність руху транспортних засобів (табл. 2.5) побудовано діаграму (рис. 2.8).

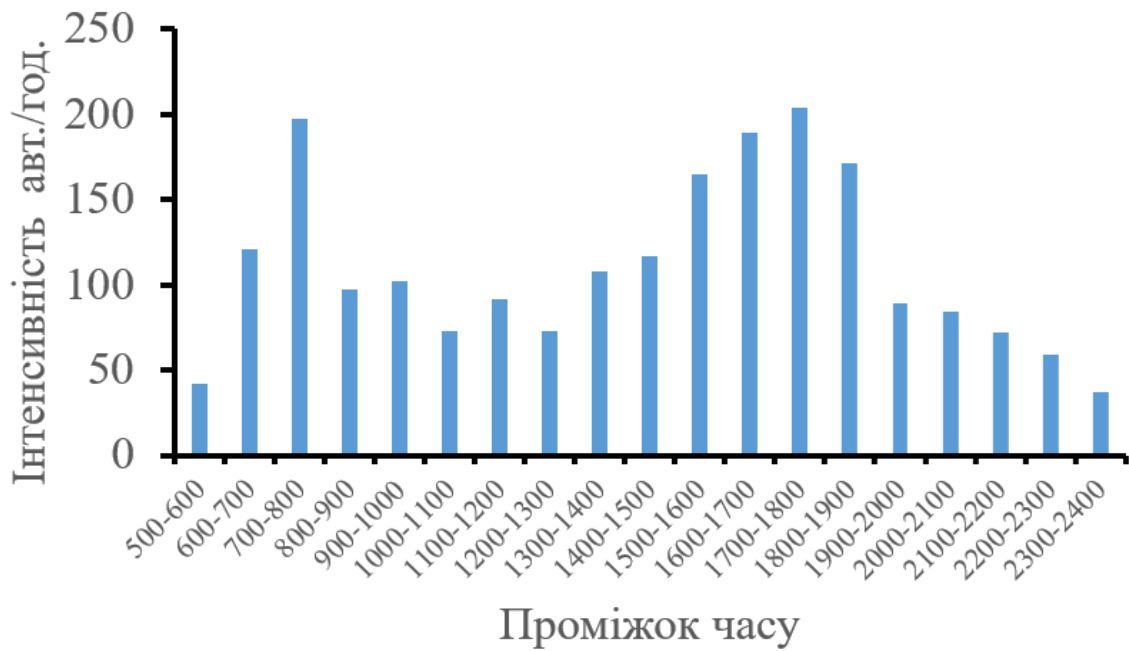


Рис. 2.8. Погодинна інтенсивність руху транспортних засобів на вул. Велика Закузьминська у літній період (липень)

Таблиця 2.6

Показники інтенсивності руху транспорту в зимовий період (січень)
за результатами обліку

Проміжок часу	Годинна інтенсивність, авт./год.
5 ⁰⁰ -6 ⁰⁰	31
6 ⁰⁰ -7 ⁰⁰	89
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	176
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	87
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	81
10 ⁰⁰ -11 ⁰⁰	79
11 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	84

Продовження таблиці 2.6

12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰	95
13 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	131
14 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	105
15 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	94
16 ⁰⁰ -17 ⁰⁰	84
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	168
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	134
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	58
20 ⁰⁰ -21 ⁰⁰	46
21 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	41
22 ⁰⁰ -23 ⁰⁰	35
23 ⁰⁰ -24 ⁰⁰	20

На підставі отриманих даних (таблиця 2.6) побудуємо діаграму (рис 2.8)

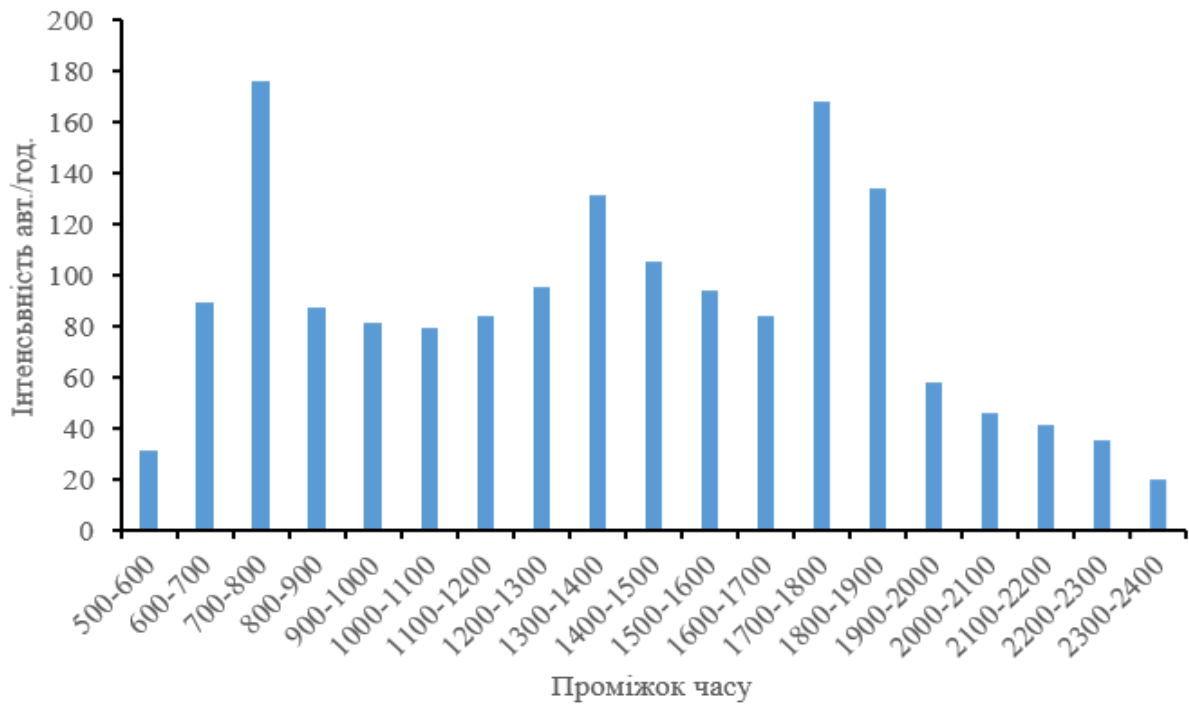


Рис. 2.9. Погодинна інтенсивність руху транспортних засобів на вул. Велика Закузьминська у зимовий період (січень).

Результати дослідження свідчать, що максимальна інтенсивність руху транспортних засобів спостерігається в літній період.

Оскільки транспортний потік складається з різних видів транспортних засобів, що мають неоднакові габарити, швидкісні характеристики та вплив на дорожні умови, для зручності проведення розрахунків інтенсивності руху використовується поняття приведених одиниць (таблиця 2.7). Це дозволяє уніфікувати всі транспортні засоби, умовно прирівнюючи їх до одного типу щоб більш точно оцінити загальне навантаження на дорогу.

Таблиця 2.7

Визначенні нормами коефіцієнти приведення

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
легкові автомобілі	1
вантажні автомобілі вантажністю до 2т	1,5
вантажні автомобілі вантажністю від 2 до 6т	2
вантажні автомобілі вантажністю від 6 т	2,5
мотоцикли	0,5
автобуси	3

Формула приведення інтенсивності різних типів транспортних засобів до легкового автомобіля наведена нижче:

$$N_{np} = \sum_{i=1}^n \frac{\kappa_{np} \cdot N_{np} \cdot c_{np}}{100}, \quad (2.6)$$

де κ_{np} - коефіцієнт приведення; N_{np} - інтенсивність руху, авт./год; c_{np} - склад транспортного потоку, %.

Розрахунок приведеної інтенсивності:

$$N_{\text{пп } 5-6} = \frac{1 \cdot 42 \cdot 76.2}{100} + \frac{1,5 \cdot 42 \cdot 11.9}{100} + \frac{2 \cdot 42 \cdot 4.8}{100} + \frac{0,5 \cdot 42 \cdot 7.1}{100} = 45.1 ;$$

$$N_{\text{пп } 6-7} = \frac{1 \cdot 121 \cdot 92.6}{100} + \frac{1,5 \cdot 121 \cdot 2.5}{100} + \frac{2 \cdot 121 \cdot 2.5}{100} + \frac{2,5 \cdot 121 \cdot 0.8}{100} + \frac{0,5 \cdot 121 \cdot 1.7}{100} = 127 ;$$

$$N_{\text{пп } 7-8} = \frac{1 \cdot 197 \cdot 88.3}{100} + \frac{1,5 \cdot 197 \cdot 4.6}{100} + \frac{2 \cdot 197 \cdot 3.0}{100} + \frac{2,5 \cdot 197 \cdot 4,0}{100} + \frac{0,5 \cdot 197 \cdot 2.0}{100} = 222 ;$$

$$N_{\text{пп } 8-9} = \frac{1 \cdot 97 \cdot 90.07}{100} + \frac{1,5 \cdot 97 \cdot 3.1}{100} + \frac{2 \cdot 97 \cdot 2.1}{100} + \frac{2,5 \cdot 97 \cdot 1.0}{100} + \frac{0,5 \cdot 97 \cdot 4.1}{100} = 101 ;$$

$$N_{\text{пп } 9-10} = \frac{1 \cdot 102 \cdot 87.3}{100} + \frac{1,5 \cdot 102 \cdot 2.9}{100} + \frac{2 \cdot 102 \cdot 3.9}{100} + \frac{2,5 \cdot 102 \cdot 3.0}{100} + \frac{0,5 \cdot 102 \cdot 4.1}{100} = 112 ;$$

$$N_{\text{пп } 10-11} = \frac{1 \cdot 73 \cdot 82.2}{100} + \frac{1,5 \cdot 73 \cdot 6.8}{100} + \frac{2 \cdot 73 \cdot 2.7}{100} + \frac{0,5 \cdot 73 \cdot 8.2}{100} = 75 ;$$

$$N_{\text{пп } 11-12} = \frac{1 \cdot 92 \cdot 87.0}{100} + \frac{1,5 \cdot 92 \cdot 3.3}{100} + \frac{2 \cdot 92 \cdot 3.3}{100} + \frac{2,5 \cdot 92 \cdot 2.2}{100} + \frac{0,5 \cdot 92 \cdot 4.3}{100} = 86 ;$$

$$N_{\text{пп } 12-13} = \frac{1 \cdot 73 \cdot 71.2}{100} + \frac{1,5 \cdot 73 \cdot 14.2}{100} + \frac{2 \cdot 73 \cdot 6.8}{100} + \frac{2,5 \cdot 73 \cdot 7.8}{100} + \frac{0,5 \cdot 73 \cdot 6.8}{100} = 95 ;$$

$$N_{\text{пп } 13-14} = \frac{1 \cdot 108 \cdot 90.7}{100} + \frac{1,5 \cdot 108 \cdot 0.9}{100} + \frac{2 \cdot 108 \cdot 1.9}{100} + \frac{2,5 \cdot 108 \cdot 1.9}{100} + \frac{0,5 \cdot 108 \cdot 4.6}{100} = 112 ;$$

$$N_{\text{пп } 14-15} = \frac{1 \cdot 117 \cdot 89.7}{100} + \frac{1,5 \cdot 117 \cdot 2.6}{100} + \frac{2 \cdot 117 \cdot 1.7}{100} + \frac{2,5 \cdot 117 \cdot 0.9}{100} + \frac{0,5 \cdot 117 \cdot 6.1}{100} = 120 ;$$

$$N_{\text{пп } 15-16} = \frac{1 \cdot 165 \cdot 90.3}{100} + \frac{1,5 \cdot 165 \cdot 3.0}{100} + \frac{2 \cdot 165 \cdot 1.2}{100} + \frac{2,5 \cdot 165 \cdot 2.4}{100} + \frac{0,5 \cdot 165 \cdot 3.0}{100} = 173 ;$$

$$N_{\text{пп } 16-17} = \frac{1 \cdot 189 \cdot 92.1}{100} + \frac{1,5 \cdot 189 \cdot 2.1}{100} + \frac{2 \cdot 189 \cdot 3.1}{100} + \frac{2,5 \cdot 189 \cdot 1.1}{100} + \frac{0,5 \cdot 189 \cdot 2.4}{100} = 200 ;$$

$$N_{\text{пп } 17-18} = \frac{1 \cdot 204 \cdot 94.1}{100} + \frac{1,5 \cdot 204 \cdot 1.0}{100} + \frac{2 \cdot 204 \cdot 1.5}{100} + \frac{2,5 \cdot 204 \cdot 1.5}{100} + \frac{0,5 \cdot 204 \cdot 2}{100} = 211 ;$$

$$N_{\text{пп } 18-19} = \frac{1 \cdot 171 \cdot 94.2}{100} + \frac{1,5 \cdot 171 \cdot 1.8}{100} + \frac{2 \cdot 171 \cdot 1.2}{100} + \frac{2,5 \cdot 171 \cdot 1.8}{100} + \frac{0,5 \cdot 171 \cdot 1.8}{100} = 180 ;$$

$$N_{\text{пп } 19-20} = \frac{1 \cdot 89 \cdot 89.9}{100} + \frac{1,5 \cdot 99 \cdot 6.7}{100} + \frac{2 \cdot 89 \cdot 2.2}{100} + \frac{2,5 \cdot 89 \cdot 1.1}{100} = 97 ;$$

$$N_{\text{пп } 20-21} = \frac{1 \cdot 84 \cdot 84.5}{100} + \frac{1,5 \cdot 84 \cdot 8.3}{100} + \frac{2 \cdot 84 \cdot 4.8}{100} + \frac{0,5 \cdot 84 \cdot 2.4}{100} = 91 ;$$

$$N_{\text{пп } 21-22} = \frac{1 \cdot 72 \cdot 77.8}{100} + \frac{1,5 \cdot 72 \cdot 8.3}{100} + \frac{2 \cdot 72 \cdot 4.2}{100} + \frac{2,5 \cdot 72 \cdot 5.6}{100} + \frac{0,5 \cdot 72 \cdot 4.2}{100} = 97 ;$$

$$N_{\text{пп } 22-23} = \frac{1 \cdot 59 \cdot 86.4}{100} + \frac{1,5 \cdot 59 \cdot 8.5}{100} + \frac{2 \cdot 59 \cdot 4.4}{100} + \frac{2,5 \cdot 59 \cdot 3.3}{100} = 69 ;$$

$$N_{\text{пр } 23-24} = \frac{1 \cdot 37 \cdot 81.1}{100} + \frac{1,5 \cdot 37 \cdot 10.8}{100} + \frac{2 \cdot 37 \cdot 5.4}{100} + \frac{0,5 \cdot 37 \cdot 2.7}{100} = 41;$$

Таблиця 2.8

Розрахунок приведеної інтенсивності руху з урахуванням структури транспортного потоку.

Години доби	В тому числі						Приведена інтенсивність, од./год.
	Всього, авт./год.	Легкові, %	Вантажні підйомністю до 2т, %	Вантажні підйомністю від 2 до 6т, %	Вантажні підйомністю від 6т, %	Мотоцикли, %	
5 ⁰⁰ -6 ⁰⁰	42	76,2	11,9	4,8	-	7,1	45
6 ⁰⁰ -7 ⁰⁰	121	92,6	2,5	2,5	0,8	1,7	127
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	197	88,3	4,6	3,0	4,0	2,0	222
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	97	90,7	3,1	2,1	1,0	4,1	101
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	102	87,3	2,9	3,9	3,0	2,0	112
10 ⁰⁰ -11 ⁰⁰	73	82,2	6,8	2,7	-	8,2	75
11 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	92	87,0	3,3	3,3	2,2	4,3	86
12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰	73	71,2	14,2	6,8	7,8	6,8	95
13 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	108	90,7	0,9	1,9	1,9	4,6	112

Продовження Таблиці 2.8

14 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	117	89,7	2,6	1,7	0,9	6,1	120
15 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	165	90,3	3,0	1,2	2,4	3,0	173
16 ⁰⁰ -17 ⁰⁰	189	92,1	2,1	3,1	1,1	2,2	200
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	204	94,1	1,0	1,5	1,5	2,0	211
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	171	94,2	1,8	1,2	1,8	1,8	180
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	89	89,9	6,7	2,2	1,1	-	97
20 ⁰⁰ -21 ⁰⁰	84	84,5	8,3	4,8	-	2,4	91
21 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	72	77,8	8,3	4,2	5,6	4,2	97
22 ⁰⁰ -23 ⁰⁰	59	86,4	8,5	4,4	3,3	-	69
23 ⁰⁰ -24 ⁰⁰	37	81,1	10,8	5,4	-	2,7	41

Склад транспортного потоку відображено у вигляді діаграми на основі даних, зібраних під час спостережень у період з 15:00-16:00 (рис.2.10)

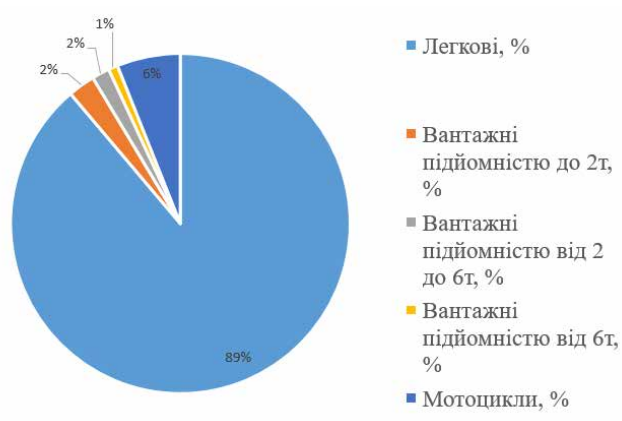


Рис. 2.10. Діаграма складу транспортного потоку

Швидкість руху є одним із ключових параметрів, що визначає інтенсивність та ефективність транспортного потоку. Вона повинна забезпечувати безперервність руху без перевантаження. Дотримання встановлених швидкісних режимів є важливою умовою запобігання аварійним ситуаціям, тоді як їх перевищення підвищує ризик виникнення ДТП. У межах експерименту миттєву швидкість визначали на 30-метровій ділянці вулиці Велика Закузьминська шляхом фіксації часу руху транспортного засобу. Узагальнені результати подано в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Результати визначення миттєвої швидкості транспортних засобів на ділянці по вул. Велика Закузьминська

№	Дистанція, S м	Час, t с	Швидкість, V	
			м/с	км/год
1	30	2,49	12.04	43.37
2		2,75	10.90	39.27
3		2,02	14.85	53.46
4		2,84	10.56	38.29
5		2,82	10.63	38,29
6		2,40	12,5	45
7		2,55	11.76	42.35
8		2,70	11.11	40.0
9		2,92	10,27	36.98
10		1,87	16.042	57,75
11		2,06	14.56	47,36
12		2,98	10.06	45,18
13		2,85	10.52	37.89
14		1,91	15.70	37.89

Продовження таблиці 2.9

15		2,63	15.70	41.06
16		2,30	13.04	46.95
17		2,71	11.07	39.85
18		2,93	10.23	36.8
19		2,89	10.38	37.37
20		2.33	12.87	46,25
21		2.97	10.10	36,36
22		2.32	12.93	46.5
23		2.24	13.33	48,0
24		1.96	15,30	55,9
25		2,41	12,44	44.81
26		2,61	11,49	41.37
27		2,59	11.58	41.69
28		1.93	15.54	55,9
29		1.79	16.75	60,3
30		2,28	13,15	47.36
31		1,80	16.66	60.0
32		2,66	11.27	40.60
33		2,36	12.71	45.76
34		2,39	12.55	45.18
35		2,71	11.07	39.85
36		1,97	15.22	54.82
37		2,29	13.10	47.16
38		1,85	16.21	58,7

Продовження таблиці 2.9

39		2,24	13.39	48,21
40		2,53	11.85	42.68
41		2,75	10.90	39.27
42		2,47	12.14	43.72
43		2,15	13.95	50.23
44		3,90	7,98	29,65
45		2,16	13.88	50.0
46		1,82	16.48	59.34
47		2,14	14.01	50.46
48		2,67	11,23	40.44
49		2,61	11.49	41.37
50		1,83	16.39	59.01
51		2.72	11.02	39.70
52		2,11	14,21	51,18
53		2.45	12,24	44,8
54		2.65	11,32	40.75
55		3,5	10,87	37,87
56		2.68	11,19	40.29
57		2.19	13,69	49.31
58		1,8	16.30	58,69
59		2,79	10.75	38,70
60		2,13	14.08	50.70
61		2,38	12.60	45.37
62		2,66	40.60	40.60

Продовження таблиці 2.9

63		2,91	10.30	37,11
64		2.74	10,94	39.41
65		2,29	13.10	47.16
66		2,44	2.29	44.26
67		1,89	15.87	57.14
68		2,61	11.49	42,35
69		3,2	10,74	37,86
70		2,27	13.21	46,55
71		1.81	16.57	47.57
72		2	15	54,0
73		2.48	12.09	44,5
74		2,19	13.69	49,3
75		2,73	10.98	39.56
76		2,53	11.85	42.68
77		2,35	12.76	45,9
78		2,24	13.39	48.21
79		2,95	10.16	36.61
80		2,15	13.95	50.23
81		2,10	14.28	51.42
82		1,86	16.12	58.46
83		2,86	10.41	37.5
84		2,32	12.98	46.75
85		2,54	11.19	42.51
86		2,68	11,19	40.29

Продовження таблиці 2.9

87		2.59	11.58	41,69
88		3	10	36
89		2,46	12.19	43.90
90		2.34	12.82	43,90
91		2.98	10.06	36,24
92		2.77	10.83	38,98
93		2,14	14.01	50.46
94		2,26	13.27	47,78
95		2,13	14.08	50.70
96		2,57	11.67	42,02
97		2.93	10.23	36.86
98		2.90	10.34	37.24
99		2.41	12.44	44.81
100		2.03	14.77	53.20
101		2,12	14.15	50.94
102		2,65	11.32	40.754
103		2,33	12.87	46.35
104		2,46	12,19	43.90
105		2,76	10.86	39.13
106		1,95	15,38	55.38
107		2,44	12.29	44.26
108		2.62	11.45	41.22
109		2.70	11.11	40.0
110		2.48	12.09	43.54

Продовження таблиці 2.9

111		1.88	15.95	57.44
112		2,42	12.39	44.62
113		2,26	13.27	47.78
114		2,67	11.23	40.44
115		2,90	10.34	37.24
116		1,91	15.70	56.54
117		2,57	11.67	42.02
118		2,76	10.86	39.13
119		2,25	13.33	48.0
120		2,86	10.48	37.76
121		3,8	11,64	37,79
122		2,36	12.71	45.76
123		2.20	13.63	45.76
124		2,15	13.95	50.23
125		2.95	10.16	36.610
126		2,79	10.75	38.70
127		2,17	10.75	49.76
128		2.64	11.36	40.90
129		2,85	10.52	37.89
130		2,38	12.60	45.37
131		2,94	10.20	36.73
132		2,28	13.15	47.36
133		2.43	12.34	44.44
134		2.87	10.45	37.63
135		2,52	11.90	42.85
136		2.32	12.93	46.55

Продовження таблиці 2.9

137		1,93	15.07	54.27
138		2,14	15.07	54.27
139		2.83	10.59	38.15
140		2,41	13,76	44.81
141		2,87	10.45	37.63
142		2,22	13.51	48.64
143		2.47	12.14	43.72
144		1,98	10.06	36.24
145		2,13	14.08	50.70
146		2,67	11.23	40.44
147		2,54	11.81	42.51
148		2,45	12.24	44.08
149		2,31	12.98	46.75
150		2,19	13.69	47.75

Параметри, класифіковані за відповідними інтервалами швидкості руху, систематизовано у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Розрахунок загального відсоткового співвідношення транспортних засобів за різними інтервалами швидкості руху.

Інтервал V, км/год	ТЗ у даному інтервалі		Накопичений Відсоток, %
	Кількість, од	Відсоток, %	
30-35	5	3.3	3.3
35-40	17	11.3	14,6
40-45	30	20.0	34,6

Продовження таблиці 2.10

45-50	30	20	54,6
50-55	23	15,3	70
55-60	21	14,1	84
60-65	24	16,0	100

На основі даних із таблиці 2.10 побудовано кумулятивну криву, зображену на рис. 2.12.

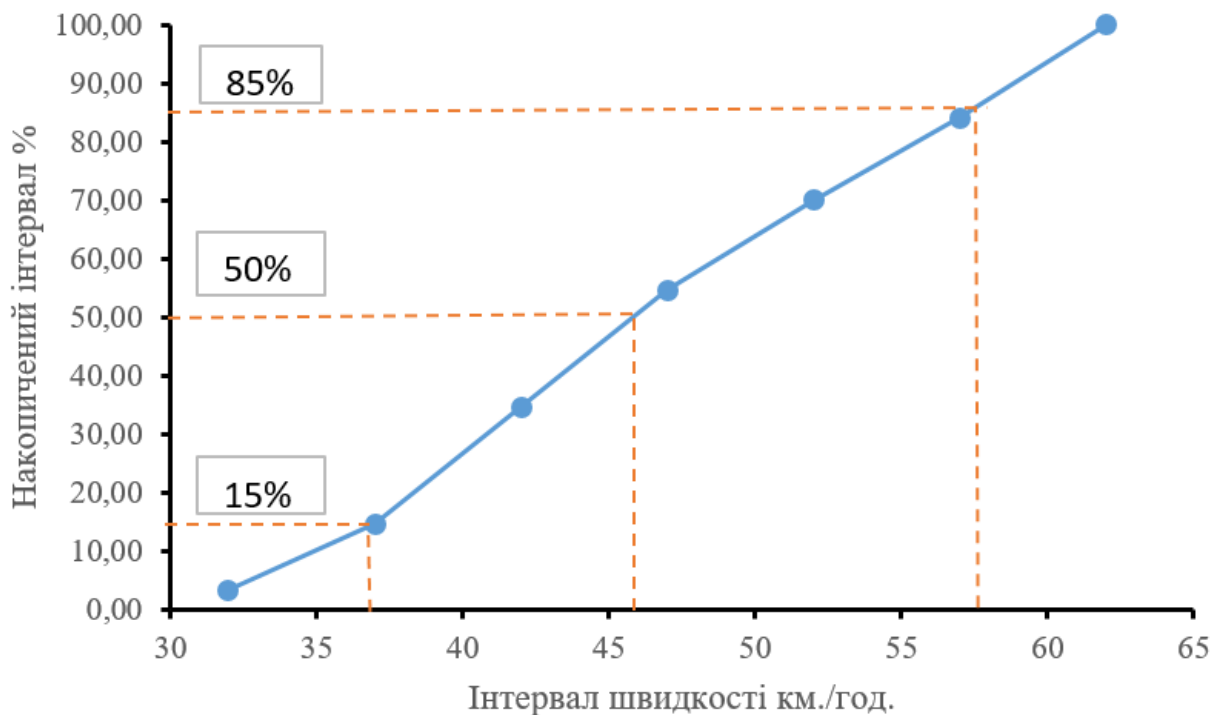


Рис. 2.12. Кумулятивна крива

Кумулятивний розподіл миттєвих швидкостей транспортного потоку зазвичай аналізують за трьома основними показниками, що відповідають рівням забезпеченості 15%, 50% та 85% на відповідній шкалі. Швидкість на рівні 85% характеризує граничне значення, перевищення якого може свідчити про недотримання безпечного режиму руху відповідно до умов середовища. Значення швидкості на рівні 50% відображає медіану - тобто

половина транспортних засобів рухається швидше за це значення, а інша половина -повільніше. Швидкість на рівні 15% є важливою нижньою межею: транспортні засоби, що рухаються повільніше, потенційно порушують рівномірність потоку та можуть сприяти виникненню конфліктних ситуацій на дорозі.

За результатами проведеного аналізу отримано такі значення забезпеченості швидкості: 15 % забезпеченості становить - 37,2 км/год; швидкість 50 % забезпеченості - 46,2 км/год; швидкість 85 % забезпеченості становить - 57,5 км/год.

2.4. Аналіз елементів поперечного профілю ділянки дороги

Дорожні умови - сукупність факторів (з урахуванням пори року, періоду доби і атмосферних явищ), що характеризують стан поверхні проїзної частини (чистота, рівність, шорсткість, зчеплення тощо), а також її ширину, величину похилів на спусках і підйомах, віражів і заокруглень, наявності або відсутності тротуарів, узбіч, штучного освітлення, дорожньої розмітки, огорожень, дорожніх знаків і світлофорів та їхній технічний стан.

Відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці і дороги населених пунктів», ключовими параметрами, що визначають дорожні умови, є:

- геометричні параметри дороги (ширина проїзної частини, кількість смуг для руху, радіуси горизонтальних та вертикальних кривих);
- стан покриття проїзної частини (рівність, коефіцієнт зчеплення, наявність дефектів);
- умови видимості (огляд, освітлення, розташування дорожніх знаків та розмітки);
- інженерне обладнання дороги (наявність тротуарів, узбіч, огорожень, системи водовідведення та ін.);

дорожньо-кліматичні фактори (сезонні зміни температури, опади, ожеледиця та інші явища).

З огляду на практику, належні дорожні умови мають гарантувати безпечний рух транспорту з передбаченою швидкістю з мінімальною вірогідністю дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Нехтування нормами до планування доріг, що вказані у чинних стандартах, може спричинити погіршення умов руху, зростання можливості аварій та зменшення пропускної здатності.

В межах системи управління безпекою дорожнього руху, підсистема «Дорожні умови» реалізує як функцію прямого впливу на поведінку учасників руху, так і функцію адаптації транспортного потоку до змінних дорожніх умов.

Дорожні умови визначаються також на підставі таких показників: технічний стан дорожнього покриття; наявність або відсутність забруднень (пісок, сніг, опале листя); параметри поперечних профілів; рівень інтенсивності руху; наявність заторів чи перешкод на маршруті.

Під час оцінювання стану доріг критично важливо постійно відстежувати їхній стан, використовуючи різні способи: візуальний огляд, вимірювання за допомогою спеціального обладнання (лазерні системи), а також аналітичні моделі, що передбачають знос дорожніх конструкцій.

Геометричні характеристики вулиці, її технічний стан та рівень відповідності державним будівельним нормам мають вирішальне значення для безпеки як водіїв, так і пішоходів. Для того, щоб встановити, наскільки елементи вулиці відповідають актуальним нормативним стандартам, ми провели дослідження та порівняли отримані результати з вимогами ДБН В.2.3-5:2018, які наведені у табл. 2.11.

Дорога на вулиці Велика Закузьминська включає дві смуги для руху, ширина однієї смуги становить 3,0 м, що відповідає вимогам стандартів. Однак, подекуди відсутні тротуари або знаходяться в аварійному стані, непридатному для використання. Це створює небезпеку як для водіїв, так і для пішоходів, оскільки вони змушені рухатись проїжджою частиною. На рисунку 2.13 наведено схему досліджуваної ділянки дороги, з позначеннями вулиць

Таблиця 2.11

Визначені за нормами параметри елементів вулиць і доріг

Група населених пунктів Категорія вулиць і доріг		Розрахунок швидкості руху, км/год.	Мінімальна ширина смуги руху, м	Кількість смуг проїзної частини	Найбільший подовжній похил, ‰	Найменші радіуси кривих у плані, м	Мінімальна ширина пішохідної зони тротуару, м
Магістральні дороги		100	3,75	4-8	40	500	1,0 ^{*)}
Магістральні вулиці							
Найкрупніші, крупні міста	Загальноміського значення безперервного руху	80	3,5	4-8	50	400	3,0
	Загальноміського значення регульованого руху	60	3,0	4-8	60	250	3,0
	Районного значення	60	3,0	2-6	60	250	2,25
Великі міста	Загальноміського значення	60	3,0	2-6	60	250	3,0
	Районного значення	60	3,0	2-4	60	250	2,25
Середні, малі міста	Загальноміського значення	60	3,0	2-4	60	250	2,25
	Районного значення	60	3,0	2-4	60	250	1,5

Продовження таблиці 2.11

Місцевого вулиці та дороги							
Усі груп и посел ень	Житлові вулиці	50	2,75	2	70	125	1,5
	Вулиці та дороги в науково- виробничих, промислових і комунально- складських зонах (районах)	40	3,0	2	60	250	1,5
	Проїзди	30	2,75	2	80	30	1,0
		30	4,0	1	80	30	1,0

Як видно з таблиці 2.11, для магістральних вулиць районного значення у середніх і малих містах, до яких належить досліджувана вулиця, встановлено нормативну мінімальну ширину смуги руху 3,0 м та ширину пішохідної зони не менше 1,5 м. Зазначені параметри мають забезпечувати безпечні та зручні умови для всіх учасників дорожнього руху, включаючи пішоходів. У випадку з вулицею Велика Закузьминська, при відповідності ширини проїзної частини вимогам нормативів, недотримання мінімальної ширини або відсутність пішохідних зон є порушенням чинних стандартів і безпосередньо впливає на рівень безпеки дорожнього руху. Це вимагає розроблення технічних рішень щодо облаштування тротуарів відповідно до встановлених норм, що є одним із пріоритетних напрямів підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі на розглянутій ділянці.

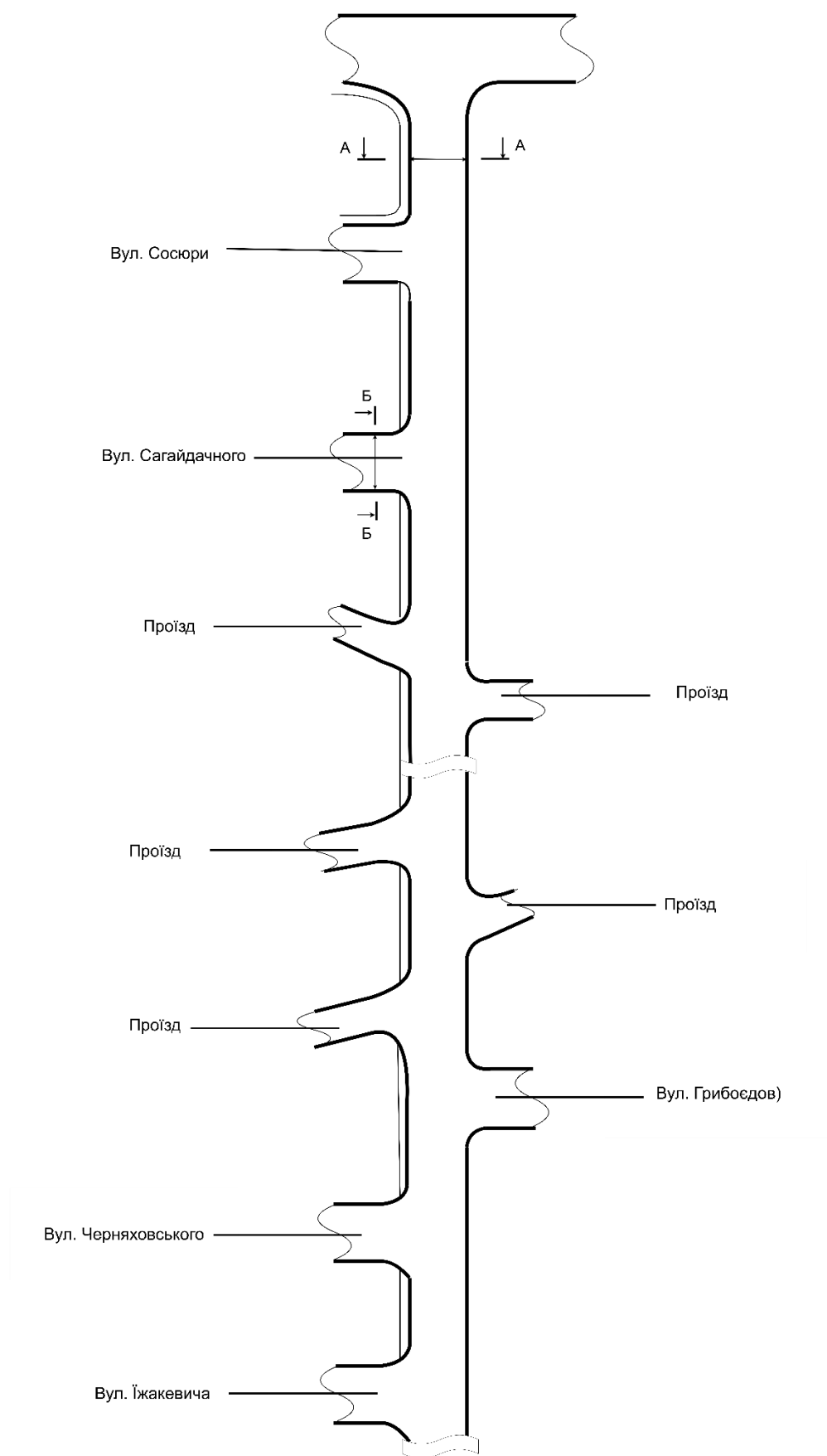


Рис. 2.13. Схема ділянки дороги по вулиці Велика Закузьминська

Під час дослідження ми провели аналіз параметрів поперечного профілю окремих відрізків доріг, які зображених на схемі. Зокрема, мова йде про вулиці Велику Закузьминську, вулицю Сагайдачного, вулицю Сосюри, вулицю Сагайдачного, вулицю Черняховського, вулицю Їжакевича. Розглянемо поперечний переріз вулиці Велика Закузьминська.

На відрізку дороги по вул. Велика Закузьминська (рис. 2.14) геометричні характеристики поперечного профілю дороги не повністю відповідають чинним нормативам: тротуар з лівого боку відсутній.

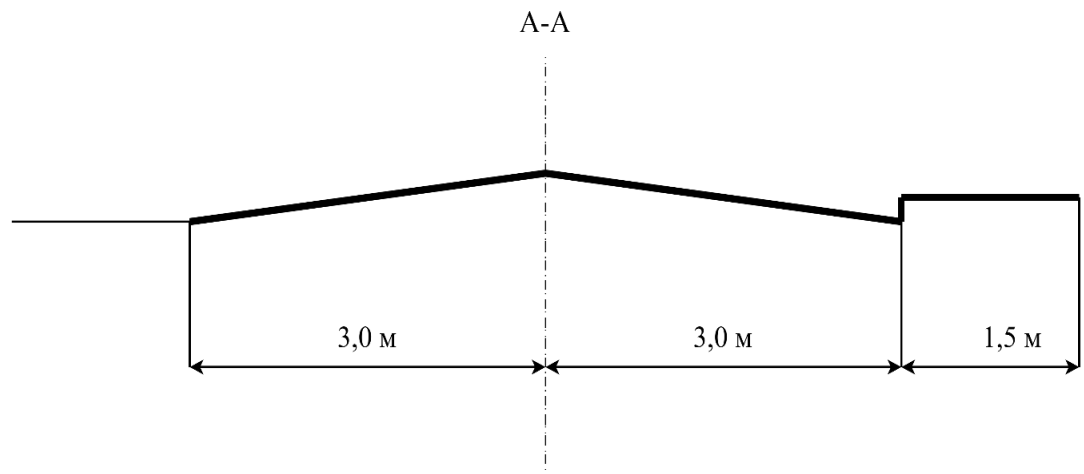


Рис. 2.14. Поперечний переріз вул. Велика Закузьминська А-А

На ділянці по вул. Сагайдачного з обох боків відсутній тротуар, в результаті чого можна зробити висновки що ця ділянка не відповідає вимогам ДБН.

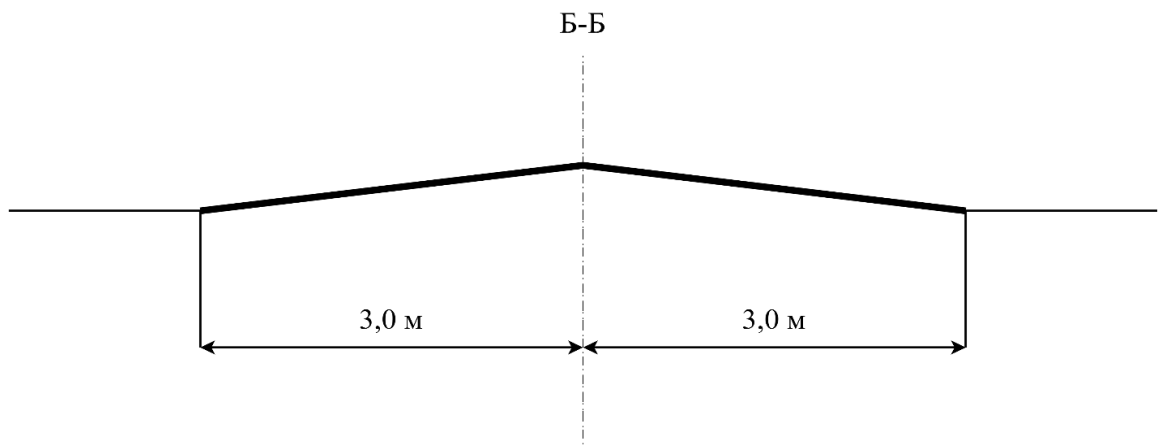


Рис. 2.14. Поперечний переріз вул. Сагайдачного

В результаті проведеного дослідження встановлено, що характеристики дорожніх умов по вулиці Велика Закузьминська та доріг, які прилягають до неї, не відповідають вимогам, які передбачені ДБН для житлових вулиць.

2.5. Визначення пропускної спроможності дороги

Ефективність функціонування транспортної інфраструктури багато в чому визначається здатністю дорожньої мережі гарантувати безперешкодний та безпечний рух транспорту. Одним з найважливіших параметрів, що описують експлуатаційні характеристики дороги, є її пропускна спроможність - максимальна кількість транспортних одиниць, здатних перетнути певну ділянку за одиницю часу за умови стабільного потоку. Визначення цього показника, а також оцінка рівня завантаженості дороги, дає змогу обґрунтувати доцільність наявних транспортних рішень, виявити ймовірні проблеми перевантаження та розробити заходи для оптимізації дорожнього руху. Під час розрахунку пропускної здатності вважається, що транспортні засоби рухаються по черзі без обгонів, з однаковою швидкістю, а відстань між ними постійна та дозволяє безпечно зупинитися у разі гальмування попереднього авто.

Для визначення пропускної здатності однієї смуги на вул. Велика Закузьминська використовується формула 2.7.

$$P = B \cdot P_{max} \quad (2.7)$$

де B - підсумковий коефіцієнт зниження пропускної здатності дороги;

P_{max} - максимальна пропускна здатність, легк. авт./год.

При обчисленнях радиться брати до уваги такі показники граничної пропускної спроможності P_{max} : односмугові траси з облаштованими роз'їздами - 800 легкових авт./год. (у два боки); двосмугові шляхи - 2000 легкових авт./год. (в обидва боки); трисмугові автошляхи - 4000 легкових авт./год. (в обох

напрямок); дороги з чотирма і більше смугами руху - 1250 легкових авт./год. для крайньої правої смуги, 1800 легкових авт./год. для крайньої лівої смуги, 1600 легкових авт./год. для середніх смуг (на одній смузі).

Загальний коефіцієнт зменшення пропускної здатності, позначений як β , обчислюється на основі кількості коефіцієнтів β , значення яких є меншим за чотири, відповідно до формули 2.8.

$$V = \beta_1 \cdot \beta_2 \dots \beta_{15}. \quad (2.8)$$

Відповідно до кількості смуг руху, передбачених на ділянці дороги, а також з урахуванням нормативної ширини кожної смуги, визначаємо, що коефіцієнт β_1 становить 0,85. Це значення враховує ступінь використання проїзної частини та вплив геометричних параметрів дороги на умови руху транспорту. (табл. 2.12)

Таблиця 2.12

Визначення коефіцієнта β_1 з урахуванням кількості та ширини смуг руху

Автомобільна дорога	Ширина, м		β_1
	смуги	проїзної частини	
Багатосмугова	≤ 3	-	0,9
	3,5	-	0,96
	$\geq 3,75$	-	1,0
Двосмугові	-	6,0	0,85/0,54*
	-	7,0	0,9/0,71*
	-	7,5	1,0/0,87*

Видимість на проєктованій ділянці становить приблизно 150- 250 метрів, відповідно коефіцієнт β_6 приймається рівним 0,80 (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Коригуючі коефіцієнти для розрахунку пропускної здатності

Відстань видимості, м	< 50	50-100	100-150	150-250	250-350	> 350
Коефіцієнт β_6	0,68	0,73	0,84	0,80	0,98	1,0

Коефіцієнт β_{11} враховує вплив типу дорожнього покриття на пропускну здатність дороги. Якість покриття впливає на комфорт і безпеку руху, зокрема на зчеплення коліс і рівність поверхні. На ділянці по вулиці Велика Закузьминська влаштоване асфальтобетонне покриття без поверхневої обробки. Згідно з табл. 2.14, для такого типу покриття приймається значення коефіцієнта β_{11} , що дорівнює 0,91.

Таблиця 2.14

Коефіцієнт зниження пропускну здатності β_{11}

Параметр	β_{11}
Шорстке асфальтобетонне, цементне, чорне покриття зі щебню	1,0
Асфальтобетонне покриття без поверхневої обробки	0,91
Збірне бетонне покриття	0,86
Булижна мостова	0,42
Ґрунтова дорога без пилю, суха	0,90
Ґрунтова дорога, зволожена	0,1-0,3

Оскільки на розглянутій ділянці вулично-дорожньої мережі спостерігається інтенсивний рух вантажного транспорту, що зумовлено обмеженням проїзду через центральну частину міста, дана вулиця виконує функцію основного об'їзного маршруту. Її розташування забезпечує найкоротший та найзручніший шлях для транзитного руху, переважно з боку важковагових транспортних засобів. Саме тому варто взяти до уваги коефіцієнт β_{15} (табл. 2.15)

Таблиця 2.15

Значення коефіцієнта β_4 зниження пропускну здатності в умовах підвищеної інтенсивності руху вантажного транспорту

Кількість автопоїздів у потоці автомобілів, %	β_4 за числа легких і середніх вантажних автомобілів, %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84

Продовження таблиці 2.15

10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

У результаті розрахунків встановлено, що зведений коефіцієнт пропускної здатності та сама пропускна здатність для ділянки дороги по вулиці Велика Закузьминська становлять:

$$B = 0,85 \cdot 0,80 \cdot 0,91 \cdot 0,79 = 0,48$$

$$P = 0,48 \cdot 1000 = 480 \text{ од./год.}$$

Звідки:

$$z = N/P \quad (2.9)$$

$$z = 222/480 = 0,46$$

z - рівень завантаження, N –найбільша приведена інтенсивність руху, P - пропускна здатність ділянки.

На підставі отриманих результатів та користуючись даними табл. 2.16 пропонуємо застосувати комплекс технічних засобів з організації дорожнього руху спрямований на поліпшення безпеки дорожнього руху

Таблиця 2.16

Характеристика заходів щодо вибору засобів регулювання дорожнього руху

Рівень зручності	Рівень завантаження, z	Характер заходів
A	0,2	Попереджувальні знаки, розмітка проїзної частини, направляючі пристрої

Продовження до таблиці 2.16

<i>Б</i>	0,2-0,5	Знаки і розмітка, що обмежують маневр та попереджають про зміну дорожніх умов, вказівні стріли, світлові інформаційні табло рекомендованих швидкостей руху, багатопозиційні знаки
<i>В</i>	0,5-0,75	Розмітка проїзної частини, що дублюється знаками, вказівні стріли; багатопозиційні знаки; світлофори
<i>Г</i>	0,75-0,9 0,9-1,0	Автоматизовані системи регулювання; знаки, що дублюють розмітку; знаки, що рекомендують дистанції руху; світлові табло з зазначенням швидкостей та смуг руху

Висновок до розділу :

У другому розділі було виконано комплексний аналіз взаємодії «Дорожні умови - транспортні потоки» на прикладі відрізка вулиці Велика Закузьминська. Здійснено детальний опис вулично-дорожньої мережі, зокрема з'ясовано її функціональне значення, геометричні показники та технічний стан.

Виходячи зі статистичних даних, проведено дослідження аварійності на зазначеній ділянці, встановлено осередки дорожньо-транспортних пригод, що дає змогу сформулювати висновки щодо найбільш критичних місць.

Окрему увагу приділено аналізу транспортних потоків, їхнього складу, щільності та розподілу впродовж частини доби. Визначено типові режими швидкості руху та інтервали швидкостей.

На основі зібраних даних було розраховано пропускну здатність дороги, що склала 480 од./год., що дає можливість об'єктивно оцінити ефективність роботи даної ділянки вулично-дорожньої мережі.

РОЗДІЛ 3

ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ДІЛЯНЦІ ДОРОГИ ПО ВУЛИЦІ ВЕЛИКА ЗАКУЗЬМИНСЬКА

3.1. Засоби з підвищення безпеки руху

З урахуванням визначеного рівня завантаженості та функціонального призначення дороги, виникає необхідність у впровадженні додаткових заходів з підвищення безпеки руху автомобільного транспорту та пішоходів.

З огляду на результати аналізу транспортних потоків та дорожніх умов на досліджуваній ділянці вулиці Велика Закузьминська, встановлено, що рівень зручності руху відповідає категорії Б, що вказує вже на наявність певних обмежень у комфортності та безпеці пересування.

У зв'язку з цим було сформовано перелік ТЗОДР, спрямованих на покращення безпеки та ефективності руху. Одними з таких засобів є знаки.

Дорожній знак 2.1 «Дати дорогу» (рис. 3.1) входить до групи знаків пріоритету згідно з ДСТУ 4100:2021. Його функція - встановити обов'язок водія поступитися транспортним засобам, що рухаються головною дорогою. Це особливо важливо на перехрестях та виїздах із прилеглих територій, де є обмежена оглядовість або значна інтенсивність руху. Відповідно до пункту 16.13 ПДР України, водій зобов'язаний знизити швидкість або зупинитися для уникнення аварійної ситуації.



Рис. 3.1. Дорожній знак 2.1 «Дати дорогу»

Знак 5.38 «Пішохідна доріжка» (рис. 3.2.) позначає простір, де пересування дозволено виключно пішоходам. Встановлення цього знаку покращує безпеку в зонах, де пішохідний рух є особливо інтенсивним, та обмежує можливість проїзду транспортних засобів[17].




Рис .3.2. Знак 5.38.1 «Пішохідна доріжка»



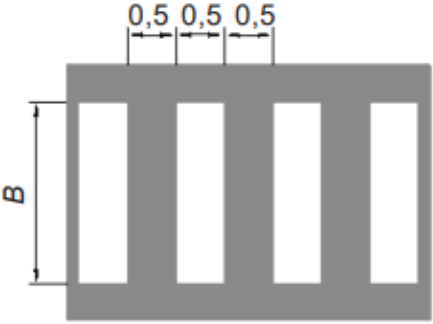
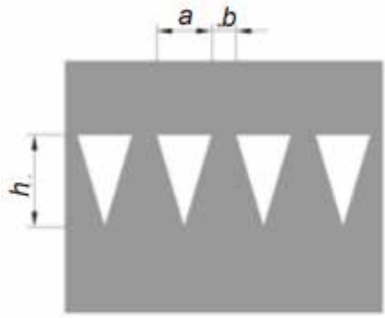
Невідемним і важливим елементом удосконалення є дорожня розмітка. На ділянці, яка розглядається за для покращення якості дорожнього руху ми наносимо наступні види розмітки (таблиця 3.1) :

Таблиця 3.1

Розмітка яку пропонується нанести на ділянку яку розглядаємо та її характеристика

Номер розмітки	Розміри,форма,колір,м	Призначення
1.1	 $\beta = 0,15^*$; $\beta = 0,10^{**}$	<p>призначена для позначення меж смуг руху, які не дозволяється перетинати або перестроюватися через них, забезпечуючи безпечний і впорядкований рух ТЗ</p>

Продовження таблиці 3.1

1.5		<p>використовується для позначення меж смуг руху, через які дозволено перестроювання.</p>
1.6		<p>Позначення наближення (лінія наближення) до суцільної лінії розмітки за номерами 1.1, 1.11 та 1.24</p>
1.14.1	 <p>В - ширина пішохідного переходу, яку беруть за розрахунком, залежно від інтенсивності пішохідного руху</p>	<p>Позначення нерегульованого і регульованого пішохідного переходу на проїзній частині дороги чи на велосипедній доріжці.</p>
1.13		<p>Позначення місця, де водій (велосипедист на велосипедній смузі) повинен, за потреби, зупинитися (за наявності знака 2.1</p>

На рис. 3.3 зображено запропонований варіант оптимізації дорожніх умов на вулиці Велика Закузьминська. Тротуари розміщені відповідно до норм ДБН В.2.3-5:2018 ,їх ширина становить 1,5 м,відповідно ширина проїздної частини дорівнює 3,0 м у обох напрямках.

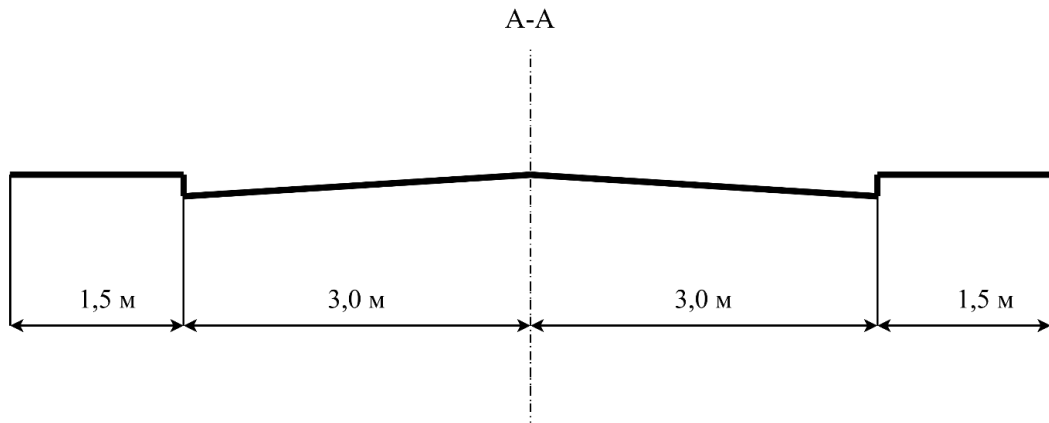


Рис. 3.3 Удосконалений переріз вул.Велика Закузьминська

Відповідно до ДБН на рис 3.4 наведено покращення перерізу ділянки дороги по вулиці Сагайдачного. Для удосконалення пропонується додати з обох сторін тротуари шириною 1.5 м

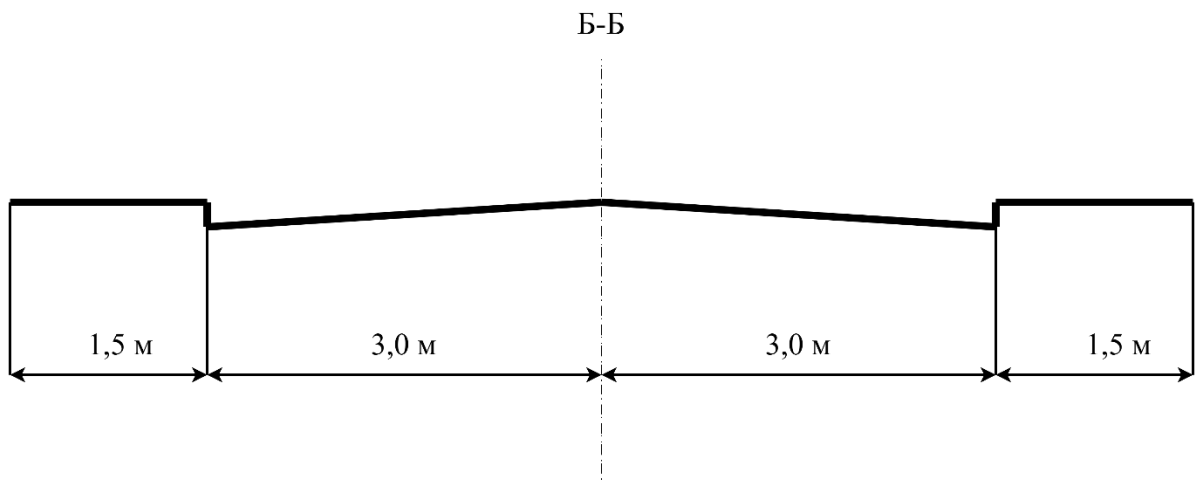


Рис. 3.4. Удосконалений переріз вул.Сагайдачного

Покращення вимагали і проїзди на ділянці, яку ми розглядаємо, саме тому за для оптимізації ми додали пішохідні доріжки шириною 1,0 м.

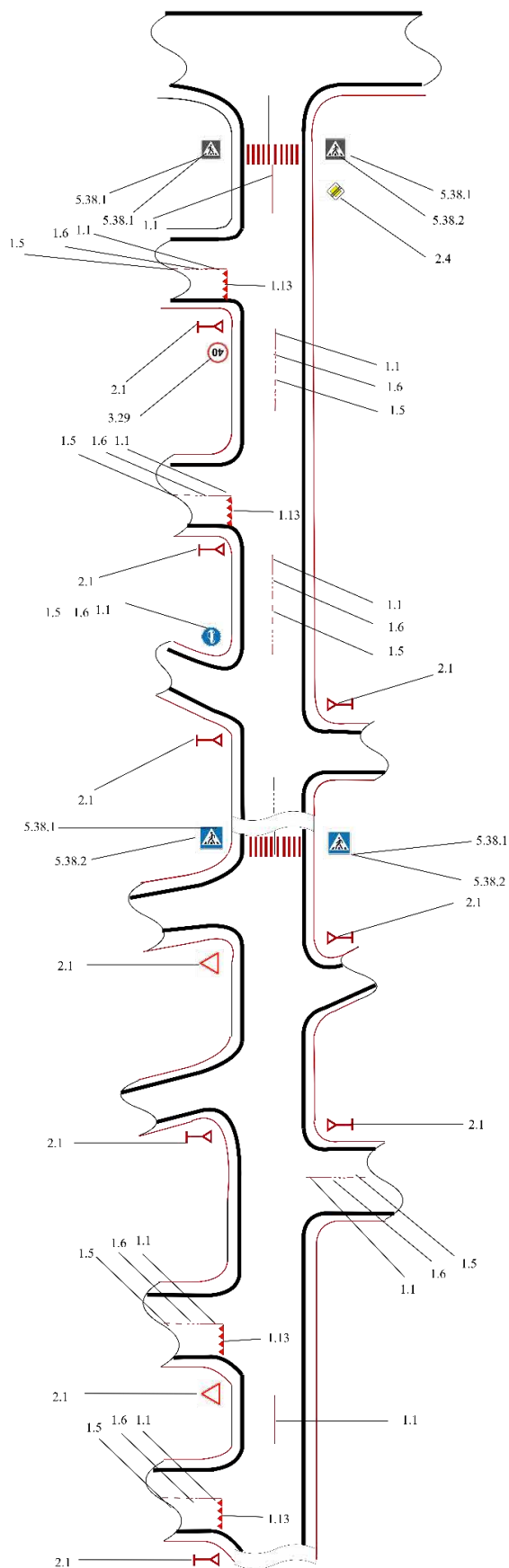


Рис 3.6. удосконалена схема вулиці Велика Закузьмінська

3.2. Розрахунок економічного ефекту запропонованих заходів

Для збільшення рівня безпеки на дорогах, а також для впорядкування транспортних потоків, на ділянці дороги по вулиці Велика Закузьминська передбачено впровадження ряду заходів. Зокрема, планується нанесення дорожньої розмітки протяжністю 1257 метрів та встановлення 13 дорожніх знаків. Ці дії мають на меті покращити умови руху для водіїв та пішоходів, знизити кількість аварій та створити комфортне та безпечне дорожнє середовище.

Поточні витрати перед впровадженням заходів визначаємо за формулою:

$$C_{icn} = C_{mp}^{icn} + C_{niu}^{icn} + C_{ДТП}^{icn}, \quad (3.1)$$

де C_{mp}^{icn} - вартість втрат часу ТЗ на перехрестях:

$$C_{mp}^{icn} = T_n \cdot S_3 \quad (3.2)$$

де S_3 - вартість однієї години затримки (2,5 дол. = 104,2 грн. за курсом 2025 року);

T_n - втрати часу ТЗ на нерегульованих перехрестях:

$$T_n = \frac{365 \cdot N_{др} \cdot t\Delta}{3600 \cdot k_n}, \quad (3.3)$$

де k_n - коефіцієнт нерівномірності руху ($k_n = 0,1$);

$N_{др}$ - інтенсивність на другорядній дорозі, авт./год.;

$t\Delta$ - середнє значення затримки, с ($t\Delta = 7$ с);

Інтенсивність трафіку на дорозі дорівнює 40 авт./год., а середня затримка становить 8 секунд. Відповідно, втрати часу оцінюються у:

$$T_n = \frac{365 \cdot 40 \cdot 8}{3600 \cdot 0,1} = 324,4 \text{ год./рік}$$

Вартість втрати часу на перехрестях на даній ділянці дороги становить:

$$C_{mp}^{icn} = 324,4 \cdot 104,2 = 33807,1 \text{ грн.}$$

Збитки від ДТП визначаємо за статистичними даними про кількість ДТП:

$$C_{ДТП}^{існ} = n_{ДТП} \cdot S_{ДТП}, \quad (3.4)$$

де $n_{ДТП}$ - кількість ДТП за один рік;

$S_{ДТП}$ - середня вартість одного ДТП (5500 дол, або 228800 грн.)

Відповідно до статистичних даних, на досліджуваній ділянці шляху за останній повний рік зафіксовано 4 дорожньо-транспортні пригоди (ДТП). Сукупні збитки від цих аварій складають:

$$C_{ДТП}^{існ} = 4 \cdot 228800 = 915200, \text{грн.}$$

Визначаємо вартість втрати часу на перехрестях пішоходами:

$$C_{пiш}^{існ} = T_{пiш}^n \cdot S_{пiш}^3, \quad (3.5)$$

де $C_{пiш}^{існ}$ - вартість втрат часу пішоходами на перехрестях;

$T_{пiш}^n$ - втрати часу на нерегульованих перехрестях (10 с)

$S_{пiш}^3$ - вартість однієї години затримки пішохода (0,8\$ = 33.28 грн.)

Розрахуємо втрати часу пішоходами на нерегульованому перехресті:

$$T_{пiш}^n = \frac{365 \cdot \sum N_{пiш} \cdot t_0}{3600}, \quad (5.6)$$

де t_0 - затримка одного пішохода, що пересікає головну та другорядну дороги, с;

$\sum N_{пiш}$ - сумарна інтенсивність руху пішоходів, піш./добу.

Час затримки одного пішохода дорівнює 13 с. Тоді витрата часу пішоходами на подолання перехрестя становить:

$$T_{пiш}^n = \frac{365 \cdot 1200 \cdot 13}{3600} = 1581,66 \text{с.}$$

Затрати на втрату часу пішоходами:

$$C_{пiш}^{icн} = 1581,66 \cdot 2,74 = 4333,76, \text{ грн.}$$

Порахуємо поточні витрати на ділянці дороги, що удосконалюється:

$$C_{icн} = 33807,1 + 915200 + 4333,76 = 953340,9 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати на даній ділянці дороги до впровадження заходів по підвищенню безпеки руху транспорту та пішоходів становлять 953 340,9 грн.

Після впровадження заходів з ОДР поточні витрати дорівнюватимуть:

$$C_{np} = C_{mp}^{np} + C_{пiш}^{np} + C_{ДТП}^{np} + C_e^{np}, \quad (3.7)$$

де C_e^{np} - поточні затрати на експлуатацію і обладнання технічних засобів системи;

C_{mp}^{np} - вартість затримок часу транспортом після впровадження заходів:

$$C_{mp}^{np} = T_n \cdot S_z, \quad (3.8)$$

Визначаємо витрати часу автомобілями після впровадження заходів;

$$T_n = \frac{365 \cdot 28 \cdot 4}{3600 \cdot 0,1} = 113,6 \text{ с.}$$

Загальні витрати часу, яких зазнають водії автомобілів на перехрестях, є важливим показником ефективності дорожньої інфраструктури. Вони впливають на продуктивність, витрати пального та рівень загального задоволення водіїв. Аналіз цих витрат дозволяє виявити вузькі місця та розробити рішення для покращення трафіку.

Вартість затрат часу автомобілями на перехрестях:

$$C_{mp}^{np} = 113,6 \cdot 104,2 = 11835,2, \text{ грн.}$$

$C_{ДТП}^{np}$ - збитки від ДТП після впровадження заходів:

$$C_{ДТП}^{np} = C_{ДТП}^{исн} \cdot k_{зн}, \quad (3.9)$$

де $k_{зн}$ - коефіцієнт зменшення затрат від ДТП після введення 8 заходів ($k_{зн} = 0,4$).

На ділянці дороги, що удосконалюється, після впровадження заходів збитки від ДТП складатимуть:

$$C_{ДТП}^{np} = 915200 \cdot 0,4 = 366080 \text{ грн.}$$

$C_{пiш}^{np}$ - витрати, пов'язані з втратою часу пішоходами на перехрестях після впровадження заходів з ОДР:

$$C_{пiш}^{np} = T_{пiш}^{np} \cdot S_{пiш}^z, \quad (3.10)$$

де $T_{пiш}^{np}$ - витрати часу пішоходів на переходах після впровадження змін:

$$T_{пiш}^{np} = \frac{365 \cdot \sum N_{пiш} \cdot t_0}{3600}, \quad (3.11)$$

Затрати, пов'язані з втратою часу пішоходами на перехрестях:

$$T_{п} = \frac{365 \cdot 1200 \cdot 4}{3600} = 468,6 \text{ с.}$$

Тоді затрати на втрату часу пішоходами дорівнюватимуть:

$$C_{пiш}^{np} = 468,6 \cdot 2,74 = 1283,9 \text{ грн.}$$

Визначимо поточні затрати на експлуатацію і обладнання технічних засобів системи:

$$C_e^{np} = C_p + C_a, \quad (3.12)$$

де C_p - витрати на ремонт і обслуговування обладнання та спорудження системи, $C_p = 0,5 \cdot K_0$;

C_a - затрати на амортизацію, $C_a = 0,10 \cdot K_0$.

Розмір капіталовкладень для впровадження в дію технічних засобів:

$$K_{\square} = K_0 + K_p + K_n, \quad (3.14)$$

де: K_0 - затрати на придбання обладнання;

K_p - затрати на виконання проєктних робіт, $K_p = 0,35 \cdot K_0$;

K_n - затрати на монтаж і наладку системи, $K_n = 0,75 \cdot K_0$.

Для виконання запланованих робіт закупимо: 5 квадратних дорожніх знаків розміром 700 мм, 8 трикутних знаків розміром 900 мм, 12 кріплень для дорожніх знаків та 10 стійок, 54 кг фарби для нанесення дорожньої розмітки на протяжності 1432,56 км.

Витрати на закупівлю обладнання K_0 ,

$$K_0 = 5 \cdot 890 + 8 \cdot 810 + 10 \cdot 640 + 54 \cdot 140,3 = 24906,2 \text{ грн}$$

Отже, затрати на виконання проєктних робіт складають:

$$K_p = 0,35 \cdot 24906,2 = 8717,17, \text{ грн.}$$

Затрати на встановлення і налагодження системи:

$$K_n = 0,75 \cdot 24906,2 = 18679,6 \text{ грн.}$$

Загальний розмір капіталовкладень складатиме:

$$K = 24906,2 + 8717,17 + 18679,6 = 52303,14, \text{ грн.}$$

Затрати на ремонт обслуговування, амортизацію обладнання та спорудження системи дорівнюють:

$$C_p = 0,5 \cdot 16437,4 = 8218,2 \text{ грн.};$$

$$C_a = 0,10 \cdot 16437,4 = 1643,4 \text{ грн.}$$

Звідси:

$$C_e^{np} = 8218,2 + 1643,4 = 9861,96 \text{ грн}$$

Визначимо затрати на ділянці дороги, обраній для удосконалення, після впровадження заходів з ОДР:

$$C_{np} = 11835,2 + 1283,9 + 366080 + 9861,96 = 389062,1 \text{ грн.}$$

Вирахуємо коефіцієнт економічної ефективності, який знаходиться за формулою:

$$E = \frac{(C_{існ} - C_{пр})}{K} \quad (3.15)$$

$$E = \frac{(915200 - 389062,11)}{52303,14} = 10,06$$

Таким чином, річний економічний ефект становитиме:

$$E_{рік} = C_{існ} - C_{пр} - K \cdot E_n \quad (3.16)$$

$$E_{рік} = 915200 - 389062,11 - 52303,14 \cdot 0,3 = 524576,9 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху зводимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Результат розрахунку економічної ефективності

№ п/п	Показник	Величина показника
1.	Поточні затрати до запровадження заходів, $C_{існ}$	915200 грн.
2.	Поточні затрати на експлуатацію і обслуговування технічних засобів системи, $C_e^{пр}$	9861,96 грн.
3.	Поточні затрати після запровадження заходів, $C_{пр}$	389062,11 грн.
4.	Розмір капіталовкладень для впровадження в дію технічних засобів, K	52303,14 грн.
5.	Коефіцієнт економічної ефективності, E	10,06
6.	Річний економічний ефект, $E_{рік}$	524576,9 грн.

РОЗДІЛ 4.

ОЦІНКА НЕБЕЗПЕК ДОРОЖНЬОГО ТРАВМАТИЗМУ ТА СТРАТЕГІЇ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ

4.1. Аналіз передумов виникнення дорожньо-транспортних пригод
Індикатори ризику набирають все більшої ваги у системі забезпечення дорожньої безпеки. Їхня роль стає критичною під час проведення аудиту безпеки на сучасних автомобільних шляхах, де потрібно швидко виявляти ділянки з потенційною небезпекою або оцінювати рівень безпеки окремих трас.

До основних факторів, що збільшують вірогідність ДТП, відносять:

- перевищення дозвolenої швидкості;
- фізичний стан водія (втома, вплив алкоголю чи наркотиків, проблеми із зором);
- керування транспортним засобом у нічний час;
- технічні несправності автомобіля (зокрема, проблеми з гальмами, незадовільний технічний стан, ігнорування технічних оглядів);
- недосконалість конструкції дорожньої інфраструктури;
- обмежена видимість, зумовлена погодними умовами чи навколишнім середовищем.

Аналіз даних щодо дорожньо-транспортних пригод свідчить, що переважна більшість аварій відбувається з вини людського фактора — за різними оцінками, таких випадків фіксується від 60 до 70%. Близько 20–30% ДТП пов'язані з незадовільним станом дорожнього покриття або невідповідністю дорожньої інфраструктури характеру руху. Ще приблизно 10–15% інцидентів зумовлені технічними несправностями транспортних засобів.

З метою наочного представлення відсоткового розподілу причин дорожньо-транспортних пригод ці дані відображено на (рис 3.1), поданому

нижче:



Рис. 4.1. Діаграма розподілу ДТП у відсотках за видами

4.2 Надання домедичної допомоги постраждалим у наслідок ДТП Своєчасне та коректне надання екстреної медичної допомоги у разі дорожньо-транспортної пригоди є критично важливим для збереження життя постраждалих. Це особливо актуально в ситуаціях, коли очікування професійних служб є неможливим або надто тривалим. Саме тому важливо, щоб кожен громадянин володів базовими знаннями та навичками надання до медичної допомоги при ДТП.

Алгоритм допомоги у разі потрапляння у дорожньо - транспортну пригоду:

1. Перш ніж надавати допомогу, переконайтеся, що вам нічого не загрожує;
2. негайно зателефонуйте до екстреної медичної допомоги за номером 103;

3. Наблизившись до постраждалого, гучно зверніться до нього з простим запитанням, наприклад: «Ви чуєте мене?». Відповідь свідчить про те, що постраждалий при тямі, а його дихальні шляхи не заблоковані;

4. Якщо постраждалий у свідомості, заспокойте його, що ви надасте допомогу, що швидка вже їде, та запитайте, що саме його турбує;

5. Коли постраждалий без свідомості, перевірте, чи є в нього ознаки життя: дихання та наявність критичної кровотечі. За наявності критичної кровотечі - її слід негайно зупинити. Лише після цього переходьте до наступних етапів;

6. Якщо дихання відсутнє, негайно розпочніть серцево-легеневу реанімацію;

7. У разі, якщо потерпілий непритомний, але має ознаки життя, забезпечте йому стабільне положення, контролюйте ці ознаки та очікуйте на приїзд бригади екстреної медичної допомоги;

8. Не забувайте: найчастіше смерть постраждалих внаслідок дорожньо-транспортних пригод зумовлена кровотечею та перешкодами у дихальних шляхах. При первинному огляді зосередьтеся на цих проблемах та, якщо потрібно, усуньте їх;

9. До приїзду швидкої допомоги не допускайте переохолодження потерпілого - накрийте його спеціальною термоковдрою або звичайною ковдрою. По можливості, постраждалий має лежати на сухому місці. Також можна покласти його на ковдру або термоковдру;

10. Дійте та надавайте допомогу лише тоді, коли ви абсолютно впевнені у своїх рішеннях. Найважливіше - не нашкодити потерпілому;

11. Якщо стан потерпілого погіршується до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги, або виникають питання стосовно порядку дій, негайно зателефонуйте до екстреної медичної допомоги повторно.

4.3. Превентивні стратегії безпеки для осіб, що пересуваються пішки
Значна частина дорожньо-транспортних пригод трапляється за участю пішоходів, тому важливо вживати всіх можливих заходів для зниження ризиків та підвищення рівня безпеки під час пересування. Основним джерелом рекомендацій щодо безпечної поведінки на дорозі є Правила дорожнього руху, які необхідно не лише знати, а й застосовувати на практиці.

Водночас використання сучасних гаджетів - смартфонів, планшетів, навушників - відволікає увагу пішоходів і знижує швидкість їхньої реакції, що підвищує ймовірність потрапляння в аварійні ситуації.

Слід також враховувати, що водію потрібен час на реакцію. Чим раніше він помітить пішохода, тим більше шансів уникнути наїзду. З цією метою доцільно використовувати світлий одяг і світлоповертальні елементи –флікери (рис 3.2). Вони значно підвищують помітність у темну пору доби. У країнах як Велика Британія, Фінляндія та Естонія носіння флікерів є обов’язковим і вже дало позитивні результати у зниженні кількості ДТП з пішоходами.



Рис. 3.2. Наочне порівняння важливості флікера

ВИСНОВКИ

1. Було розглянуто ключові географічні особливості району проектування. Детально проаналізовано демографічну ситуацію, включаючи чисельність та структуру населення. Особливу увагу приділено розвитку промислового комплексу та транспортної інфраструктури, що дозволило сформулювати уявлення про район як важливий транспортний вузол.

2. Проаналізовано стан вулично-дорожньої мережі міста Старокостянтинів. Встановлено тип дорожньої мережі та обчислено її щільність.

Здійснено аналіз аварійної обстановки в межах проектною територією. Відповідно до інформації управління патрульної поліції в місті Хмельницький та поліції міста Старокостянтинів ГУНП в Хмельницькій області, за останні п'ять років було зареєстровано 19 дорожньо-транспортних пригод, з них: 6 - зіткнення транспортних засобів, 2 - наїзди на тварин, 3 - наїзди на припарковані авто, 5 - наїзди на велосипедистів, 3 - наїзди на пішоходів. У період з 2019 по 2024 рік внаслідок ДТП постраждало 13 осіб, а ще 4 - загинули.

Згідно з топографічним аналізом, на вулиці Великій Закузьминській виявлено ділянки з підвищеною концентрацією ДТП. Оцінено ключові параметри підсистеми «Транспортні потоки»: визначено інтенсивність руху, поточну швидкість та склад потоку. Найбільша інтенсивність руху - 222 од./год. - зафіксовано о 8:00 в літній період.

В структурі транспортного потоку домінують легкові автомобілі - 89%. Частка вантажного транспорту: до 2 тонн - 2%, від 2 до 6 тонн - 2%, від 6 до 8 тонн - 1%; мотоцикли - 6%.

Визначено швидкості забезпечення: 15% - 37.2 км/год, 50% - 46.2 км/год, 85% - 57.5 км/год.

Крім того, проаналізовано характеристики самої вул. Великої Закузьминської та прилеглих вулиць. Визначено, що відповідно до

функціонального призначення вона класифікується як вулиця районного значення. В процесі оцінювання геометричних параметрів поперечного профілю було виявлено їхню невідповідність вимогам ДБН В.2.3-5:2018.

3. Розроблені заходи безпеки, які спрямовані на зниження кількості аварій та травмувань під час них. Основні пропозиції які ми виділили : встановлення дорожніх знаків,нанесення дорожньої розмітки, облаштування пішохідних зон відповідно до наявних норм.

4. Проаналізовано ключові чинники, що впливають на ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод, зокрема пов'язані з поведінкою учасників руху, технічним станом транспортних засобів та дорожніми умовами. Розглянуто послідовність дій при наданні першої домедичної допомоги постраждалим у ДТП. Також окреслено практичні рекомендації щодо підвищення рівня безпеки пішоходів, з акцентом на профілактичні заходи та важливість дотримання правил дорожнього руху.

ДЖЕРЕЛА

1. Безпека руху автомобільного транспорту: Довідник / [Зеркалов Д.В., Левковець П.Р., Мельниченко О.І., Дмитрієв О.М.]. – К.: Основа, 2002. – 360 с.
2. Бойчук В. С. Довідник дорожника. – К.: Урожай, 2002. – 560 с.
3. Віштак І. В., Березюк О. В. Причини виникнення ризиків на автомобільному транспорті // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали XV міжнар. наук.-практ. конф. – Житомир: ЖДТУ, 2022. – С. 36–39.
4. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів [Чинний від 01.01.2019]. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 112 с.
5. Дідик В.В., Павлів В.В. Планування міст: Навч. посібник. – Львів: Львівська політехніка, 2003. – 407 с.
6. Домарецький А. О. Безпека дорожнього руху в містах: навч. посіб. – К.: НАУ, 2017. – 174 с.
7. House of Math : освітній портал з математики. URL: <https://www.houseofmath.com/> .
8. Інтегровані системи безпеки дорожнього руху у сільських населених пунктах / Опалко В.Г., Колосок І.О., Савченко Л.А. – Київ: ЦП «Компринт», 2022. – 602 с.
9. Колосок І. О. Організація та регулювання дорожнього руху: навч. посіб. – Харків: ХНАМГ, 2012. – 240 с.
10. Методичні аспекти імплементації державою європейських вимог в галузі автомобільного транспорту / Колосок І.О., Савченко Л.А. – Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2021. – 372 с.
11. Методологічні аспекти транспортно-логістичних процесів в АПК / Колосок І.О., Савченко Л.А. – Київ: ЦП «Компринт», 2020. – 595 с.
12. Основи транспортної політики України : навч. матеріали. URL: <https://studfile.net/preview/5285164/page:10/> .

13. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов, О. В. Красильнікова, О. Т. Лановий, В. П. Поліщук, О. В. Христенко; ред.: В. П. Поліщук. – К.: Знання України, 2012. – 468 с.
14. Пасажирські перевезення: навчальний посібник / С.І. Бондарєв, І.О. Колосок. – К.: ЦП Компрінт, 2023. – 492 с.
15. Поліщук В. П. Організація дорожнього руху: навч. посіб. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2016. – 176 с.
16. Поліщук В. П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху / В. П. Поліщук, О. П. Дзюба. – К. : Знання України, 2008. – 175 с.
17. Про Правила дорожнього руху : Постанова Каб. Міністрів України від 10.10.2001 № 1306 : станом на 3 квіт. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-п#Text> (дата звернення: 14.05.2025).
18. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р : станом на 1 січ. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-р#Text> (дата звернення: 14.05.2025).
19. Розклад руху по станції Старокостянтинів // Укрзалізниця. URL: <https://uz.gov.ua/> .
20. Савченко Л.А., Колосок І.О. Управління ризиками в транспортно-логістичних системах: навч. посіб. – К.: ЦП «Компрінт», 2023. – 288 с.
21. Світлоповертальні елементи — запорука безпеки // НДЕКЦ МВС України. URL: <https://ndekcrv.gov.ua/novyny> .
22. Системологія на транспорті: Підручник: у 5 кн. / За ред. М.Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2005. – ISBN 966-316-075-6.
Кн. IV: Організація дорожнього руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. – 452 с. – Бібліогр.: с. 447–448. – ISBN 978-966-316-186-0.

23. Ткаченко І. О. Ризики у транспортних процесах: навч. посіб. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 152 с.
24. Транспортне планування міст: підручник / В. П. Поліщук, О. В. Красильнікова, О. П. Дзюба; за заг. ред. В. П. Поліщука. – Київ: Знання України, 2014. – 371 с.
25. Федоренко О. В. Основи організації транспортного обслуговування населення: навч. посіб. – К.: Ліра-К, 2019. – 184 с.
26. Фролов О. О. Міське планування і транспорт: навч. посіб. – К.: НАУ, 2021. – 232 с.
27. Хомяк Я. В. Организация дорожного движения: Ученик для вузов. – К.: Высшая школа. Главное издательство, 1986. – 271 с.
28. Чорна М. І., Іванова І. О. Транспортні потоки в містах: теорія та практика: монографія. – Х.: ХНУМГ, 2020. – 195 с.
29. Шевцов С.О. Розслідування обставин дорожньо-транспортних пригод / С.О. Шевцов, К.В. Дубонос. – Х.: Факт, 2003. – 191 с.
30. Яковлєв В. М. Транспортна система міста: проектування та організація. – Дніпро: ДНУЗТ, 2018. – 218 с.