

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження інтенсивності та структури транспортних потоків
у межах міських вуличних мереж

Виконав: студент 4 курсу, групи МН

спеціальності

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Гид Д.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабій М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Плекан У.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.
(прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(шифр і назва спеціальності)
студенту Гид Дмитру Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження інтенсивності та структури транспортних потоків
у межах міських вуличних мереж

Керівник роботи Бабій Марія Василівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » 01 2025 року № 4/7-41

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25.06.2025

3. Вихідні дані до роботи

Інтенсивність транспортного потоку; геометричні розміри розглядуваної ділянки
дороги; інтенсивність пішохідних потоків; схема розгляданого перехрестя;
коефіцієнти приведення для різних типів транспортних засобів.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження (проблеми організації дорожнього руху
в містах України; характеристика структури та параметрів транспортного потоку на
перетині вулиць Довженка та Протасевича в місті Тернопіль; дослідження характеристик
руху та встановлення приведеної інтенсивності на перехресті). 2. Заходи із вдосконалення
транспортного процесу (обґрунтування заходів щодо покращення організації руху на
перетині вулиць Протасевича – Довженка; дослідження можливих способів регулювання
транспортних потоків; прогнозування ефективності запропонованих рішень; рекомендації
щодо впровадження запропонованих рішень).

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз об'єкту дослідження	До 07.02.25	
2.	Заходи із вдосконалення транспортного процесу	До 11.06.25	
3.	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	До 16.06.25	
	Загальні висновки, презентація	До 19.06.25	

Студент

(підпис)

Гид Д.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бабій М.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі досліджено інтенсивність та структуру транспортних потоків на одному з ключових перехресть міста Тернопіль – перетині вулиць Протасевича та Довженка. Проведено комплексний аналіз параметрів руху, визначено склад транспортних засобів, їхню приведену інтенсивність та оцінено існуючу організацію дорожнього руху. У роботі враховано особливості зміни транспортних потоків протягом доби, надано характеристику складу та структури потоку в години пік.

Застосовано методи моделювання варіантів організації руху з урахуванням реальних умов експлуатації дорожньої мережі. Розроблено пропозиції щодо удосконалення схеми регулювання руху, зокрема шляхом оптимізації роботи світлофорної сигналізації, коригування напрямків руху, поліпшення розмітки та підвищення безпеки пішоходів. Проведено прогноз ефективності запропонованих заходів, визначено їх вплив на покращення пропускної здатності перехрестя, зменшення заторів та підвищення загального рівня безпеки дорожнього руху.

Результати роботи можуть бути використані при плануванні заходів із вдосконалення організації дорожнього руху в інших подібних умовах міської вулично-дорожньої мережі. Запропоновані рекомендації мають практичне значення для міських служб та органів управління транспортною інфраструктурою.

Зміст

ВСТУП.....	5
АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	7
1.1 Проблеми організації дорожнього руху в містах України	7
1.2 Характеристика структури та параметрів транспортного потоку на перетині вулиць Довженка та Протасевича в місті Тернопіль	10
1.3 Дослідження характеристик руху та встановлення приведеної інтенсивності на перехресті.....	17
ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	25
2.1 Обґрунтування заходів щодо покращення організації руху на перетині вулиць Протасевича – Довженка.....	25
2.2 Дослідження можливих способів регулювання транспортних потоків	28
2.3 Прогнозування ефективності запропонованих рішень	30
2.4 Рекомендації щодо впровадження запропонованих рішень у практику організації дорожнього руху.....	34
БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	37
3.1 Розробка основних положень інструкції з попередження дорожньо- транспортних пригод	37
3.2 Правила руху і поведінки пішоходів на дорозі.....	43
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

ВСТУП

Сучасний розвиток міст супроводжується значним зростанням кількості автомобільного транспорту, що створює додаткові навантаження на існуючу вулично-дорожню мережу. У багатьох містах України, зокрема в Тернополі, транспортна інфраструктура не встигає адаптуватися до потреб стрімко зростаючих транспортних потоків. Це спричиняє виникнення заторів, збільшення часу поїздки, погіршення екологічної ситуації та підвищення аварійності. За таких умов виникає необхідність комплексного аналізу існуючої ситуації з організацією дорожнього руху, з метою розробки ефективних заходів щодо її удосконалення.

Особливо актуальним є дослідження інтенсивності транспортних потоків у межах міських вуличних мереж, що дозволяє виявити найбільш навантажені ділянки, визначити їх пропускну спроможність та розробити обґрунтовані інженерні рішення. Однією з таких ділянок у Тернополі є перетин вулиць Протасевича та Довженка, який виконує важливу транспортну функцію, забезпечуючи зв'язок між житловими мікрорайонами та центральною частиною міста. Дана ділянка відзначається високою інтенсивністю руху в години пік, наявністю різних видів транспорту та пішохідних потоків, що зумовлює її складність як об'єкта дослідження.

У процесі виконання роботи проаналізовано структуру транспортних потоків, проведено спостереження за інтенсивністю руху, виконано розрахунки приведеної інтенсивності для різних напрямків руху. Встановлено, що на досліджуваному перехресті найбільше навантаження припадає на напрямок N2, що відповідає головній транспортній артерії району. Оцінка складу потоку засвідчила переважання легкового транспорту, хоча значну частку становлять також маршрутні автобуси, що впливає на пропускну спроможність перехрестя.

Однією з важливих складових роботи стало моделювання варіантів організації руху з урахуванням різних сценаріїв регулювання транспортних

потоків. У моделі враховано зміну режимів роботи світлофорного об'єкта, введення заборонених маневрів, а також можливість впровадження додаткових смуг для поворотів. Моделювання показало, що впровадження адаптивного регулювання світлофорів дозволить знизити затримки транспорту в години пік та забезпечити більш рівномірний розподіл потоків між напрямками.

Запропоновані в роботі технічні та організаційні заходи спрямовані на підвищення ефективності функціонування перехрестя, зниження заторів, поліпшення умов руху для громадського транспорту та забезпечення безпеки пішоходів. Серед основних рекомендацій – модернізація світлофорного регулювання з урахуванням реальних обсягів транспортних потоків, вдосконалення дорожньої розмітки, облаштування острівців безпеки для пішоходів, а також облаштування додаткових зон для маневрування автотранспорту.

Важливим аспектом роботи стало прогнозування ефективності запровадження запропонованих заходів. За результатами моделювання встановлено, що комплексна реалізація заходів дозволить зменшити середній час очікування транспорту на перехресті на 20–25%, підвищити пропускну здатність вузла та знизити кількість конфліктних ситуацій. Окрім цього, очікується покращення екологічної ситуації завдяки зменшенню часу роботи двигунів на холостому ходу та зниженню кількості викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Проведене дослідження підтвердило доцільність комплексного підходу до вирішення проблем організації дорожнього руху на міських перехрестях. Результати роботи можуть бути використані для розробки технічної документації та впровадження конкретних інженерних рішень, спрямованих на підвищення ефективності функціонування транспортної системи міста Тернопіль.

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Проблеми організації дорожнього руху в містах України

Організація дорожнього руху в українських містах є однією з найгостріших проблем сучасної урбаністики та транспортної політики. Швидка урбанізація, зростання кількості приватного транспорту, недостатня інфраструктура та слабка координація між відповідальними структурами спричиняють постійні труднощі, як для водіїв, так і для пішоходів. Питання ефективної організації руху потребує системного і довгострокового підходу, оскільки воно безпосередньо впливає не лише на зручність пересування, а й на екологічну ситуацію, економіку та якість життя мешканців.

Однією з найпомітніших проблем є перевантаженість вулично-дорожньої мережі. У великих містах, таких як Київ, Львів, щоденні затори стали звичним явищем. Основною причиною цього є те, що інфраструктура багатьох міст розрахована на значно менший потік транспорту, ніж існує нині. Вулиці будувалися ще в радянські часи, коли кількість приватних автомобілів була в рази меншою. Сьогодні ж авто є майже в кожній родині, а іноді й кілька. Це призводить до постійного перевантаження доріг, особливо у години пік.

Ще одним серйозним аспектом є низький рівень розвитку громадського транспорту. У багатьох містах громадський транспорт не є достатньо комфортним, швидким чи надійним, щоб стати реальною альтернативою приватному автомобілю. Зношеність автобусів, трамваїв та тролейбусів, відсутність сучасних маршрутів та слабка інтеграція між різними видами транспорту змушує людей обирати власне авто. Як наслідок – зростає

навантаження на дорожню мережу. Невпорядкованість зупинок, нерегулярний графік руху і часті запізнення лише посилюють цю тенденцію.

Варто також відзначити проблему неефективного планування нових транспортних розв'язок та відсутності сучасних підходів до управління трафіком. Часто нові інфраструктурні об'єкти будуються без урахування реального потоку транспорту, що призводить до того, що вони не вирішують проблему, а лише її переносять. Наприклад, розширення вулиць іноді дає лише короткостроковий ефект, а вже через кілька місяців затори повертаються. У той час як у багатьох європейських країнах активно застосовуються інтелектуальні транспортні системи, що дозволяють гнучко регулювати світлофори й оптимізувати рух, в Україні такі підходи лише починають впроваджуватись.

Не менш серйозною є ситуація з пішохідною інфраструктурою. В багатьох містах тротуари перебувають у поганому стані, а пішохідні переходи погано освітлені або розташовані нерационально. Водії часто ігнорують права пішоходів, а у центрі міста можна побачити автомобілі, що паркуються безпосередньо на тротуарах, позбавляючи пішоходів права на безпечне пересування. Відсутність належної інфраструктури для людей з інвалідністю також є свідченням того, що міста часто не орієнтовані на потреби всіх учасників дорожнього руху.

Особливу увагу слід звернути на проблему паркування. В умовах обмеженого простору та великої кількості автівок паркування стає справжнім викликом. У центрі багатьох міст практично неможливо знайти вільне місце, через що водії змушені залишати авто у недозволених місцях. Бракує як наземних, так і підземних паркінгів, а правила паркування часто не дотримуються через відсутність належного контролю. Навіть у тих містах, де запроваджено автоматизовану систему контролю, вона діє вибірково і часто не має суттєвого впливу.

Ще одна серйозна проблема – недотримання правил дорожнього руху. І хоча існує законодавча база, яка регулює поведінку учасників дорожнього

руху, її виконання залишається на низькому рівні. Причинами цього є як недостатній рівень контролю з боку поліції, так і загальна культура водіння. Поширеним є перевищення швидкості, проїзд на заборонений сигнал світлофора, порушення правил обгону. Це створює небезпечну ситуацію не тільки для водіїв, а й для пасажирів, пішоходів та велосипедистів.

Окремо варто згадати про екологічний аспект. Через часті затори автомобілі простоюють на місці, викидаючи в атмосферу значну кількість шкідливих речовин. Це особливо актуально для великих міст, де рівень забруднення повітря часто перевищує допустимі норми. Екологічне навантаження посилюється ще й через використання застарілих транспортних засобів з високим рівнем викидів. У таких умовах актуальними стають питання розвитку екологічного транспорту, таких як електробуси, трамваї та ін.

У контексті окремих міст України важливо розглянути й приклад Тернополя, який, незважаючи на свій середній розмір, стикається з подібними проблемами, притаманними більшим агломераціям. За останні роки у місті суттєво зросла кількість приватних автомобілів, що створює перевантаження на центральні вулиці. Найбільші труднощі спостерігаються в районі центрального ринку, на вулиці Руській, проспекті Степана Бандери та на в'їздах до міста. У години пік ці ділянки перетворюються на осередки заторів, хоча їх протяжність відносно невелика. Проблему посилює те, що альтернативні маршрути часто мають вузькі проїзди або погане дорожнє покриття.

Ще однією особливістю Тернополя є обмежена кількість паркувальних місць у центрі міста. Через це автомобілі масово зупиняються на тротуарах або поблизу пішохідних переходів, що створює незручності і небезпеку для пішоходів. Часто паркувальні зони позначені, але фактично не обладнані – немає розмітки, автоматів для оплати або чітких правил користування. Попри існування муніципальної інспекції з паркування, контроль залишається недостатнім, а порушення часто ігноруються.

Громадський транспорт у Тернополі модернізується, але повільно. Хоча місто має систему електронного квитка, яка є позитивним прикладом, сам транспорт потребує оновлення. Частина маршрутів дублюється, а інтервали руху в години пік залишають бажати кращого. У вечірній час громадський транспорт курсує рідко, що знижує його привабливість для жителів. Через це мешканці дедалі частіше покладаються на власні авто, що лише погіршує ситуацію на дорогах.

Не варто оминати й проблему велосипедної інфраструктури, яка в місті розвивається фрагментарно. Попри зростання популярності велосипедів серед тернополян, безпечні велодоріжки є лише на окремих вулицях або рекреаційних зонах. Велосипедисти часто змушені пересуватися разом із автомобілями або пішоходами, що створює конфліктні ситуації й не сприяє розвитку сталої мобільності.

Місто Тернопіль, попри свій статус відносно компактного міста, стикається з такими ж викликами у сфері організації дорожнього руху, як і більші українські міста. Для покращення ситуації потрібна не лише реконструкція доріг чи закупівля нового транспорту, а й переосмислення самої транспортної стратегії міста – з фокусом на безпеку, доступність та екологічність.

1.2 Характеристика структури та параметрів транспортного потоку на перетині вулиць Довженка та Протасевича в місті Тернопіль

Перетин вулиць Довженка та Протасевича в Тернополі являє собою типовий приклад міського вузла середньої інтенсивності руху з вираженим функціональним навантаженням у ранкові та вечірні години пік. Обидві вулиці належать до важливих ланок внутрішньоміської транспортної мережі, що забезпечують сполучення між житловими мікрорайонами та центральною

частиною міста, а також вихід до основних магістральних маршрутів, зокрема траси М12 (Е50), яка проходить уздовж Протасевича.

Структура транспортного потоку в цьому вузлі є складною і включає як легковий, так і вантажний автотransпорт, громадський транспорт (тролейбуси та маршрутні автобуси), а також помірну кількість велосипедистів та пішоходів. Протасевича, як головна артерія, виконує роль магістралі неперервного руху, з перевагою прямого напрямку в обидва боки. Потік на ній характеризується високою насиченістю, особливо у ранкові години, коли мешканці мікрорайонів Східний і Аляска прямують у центральні райони міста або до залізничного вокзалу. Вулиця Довженка відіграє роль другорядної дороги, що підводить транспорт до Протасевича, з приєднанням на регульованому перехресті.

Особливістю цієї ділянки є наявність регульованих обмежень, запроваджених у 2021 році, зокрема заборона лівого повороту з Протасевича на Довженка при русі з боку Гаївського мосту. Така зміна суттєво вплинула на структуру транспортного потоку, перенаправивши частину транспортного навантаження на сусідні перехрестя та викликавши певне підвищення об'їзного трафіку по вул. Лесі Українки та Збаразькому кільцю. Введення цієї заборони мало на меті зменшити конфліктність на перехресті та підвищити його пропускну здатність. Практичні спостереження показали, що після змін кількість заторів у пікові періоди на самому перехресті знизилась, проте частково проблема перемістилася до сусідніх перехресть, що свідчить про необхідність системного, а не лише точкового підходу в оптимізації дорожнього руху.

З точки зору параметрів транспортного потоку, на цій ділянці фіксується середня інтенсивність руху в межах 900-1300 одиниць/год у пікові періоди. Основну частку складає легковий транспорт (до 75%), близько 15% припадає на маршрутні транспортні засоби, ще 5–10% – вантажні автомобілі та інший спеціалізований транспорт. У будні дні найбільша інтенсивність спостерігається з 07:30 до 09:00 та з 16:30 до 18:00, що пов'язано з розкладом

роботи більшості навчальних закладів, державних установ і підприємств у мікрорайоні. На вихідних інтенсивність знижується, однак спостерігаються пікові підйоми у денний час, зумовлені поїздками до супермаркетів, торгових центрів та місць відпочинку.

Ще однією важливою характеристикою є середня швидкість потоку. На Протасевича в межах перехрестя вона коливається в межах 30–40 км/год у непіковий час і знижується до 15–25 км/год у години пік, що є показником насиченого, проте не критично перевантаженого руху. На вулиці Довженка ситуація залежить від регульованості перетину: у випадках нагромадження транспорту в сторону центру міста виникає необхідність очікування на можливість виїзду на головну дорогу, що часом викликає короткотривалі затримки.

Структура потоку також зазнає впливу сезонності. У літній період зменшується навантаження у зв'язку з канікулами та відпустками, натомість у вересні спостерігається різкий стрибок інтенсивності у зв'язку з початком навчального року. Особливої уваги заслуговує поведінка громадського транспорту: тролейбусні маршрути №1 та №5, а також маршрутки, мають регулярні зупинки в безпосередній близькості до перехрестя, що впливає на динаміку потоку, зокрема за рахунок зменшення швидкості та формування короткочасних хвиль затримки.

Інфраструктурно перехрестя має асфальтоване покриття задовільної якості, розмітка періодично оновлюється, однак відсутність чітко виділених смуг для поворотів і відокремлених пішохідних переходів вказує на потенціал для оптимізації. Рух пішоходів у даній зоні не надто інтенсивний, проте наявність житлових будинків, магазинів і зупинок громадського транспорту поруч формує необхідність забезпечення їхньої безпеки шляхом облаштування островців безпеки, додаткових світлофорів або встановлення пристроїв примусового зниження швидкості.

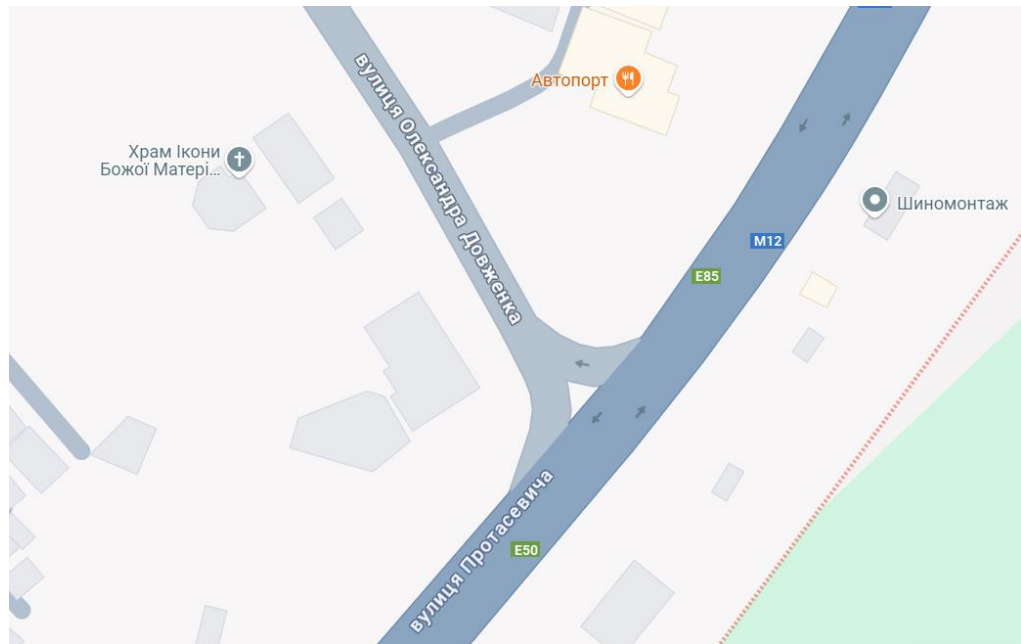


Рисунок 1.1 – Перехрестя вулиць Олександра Довженка – Протасевича

Поведінка водіїв на перехресті також демонструє адаптивні зміни – значна частина почала заздалегідь планувати об'їзди через альтернативні маршрути, уникаючи поворотів, які заборонені, або тих, що створюють конфліктні ситуації. Однак існують поодинокі випадки порушень, зокрема ігнорування заборонених поворотів, що говорить про потребу в підвищенні контролю за дотриманням правил та посиленні інформаційного супроводу організації руху.

Характеристика структури транспортного потоку на перехресті вулиць Довженка та Протасевича свідчить про наявність стабільного, але не повністю збалансованого трафіку, що вимагає подальших інженерних рішень. У середньостроковій перспективі доцільним видається проведення комплексного транспортного моделювання із залученням даних GPS-моніторингу, встановлення розумних світлофорних систем та, можливо, перепланування схеми самого перехрестя з урахуванням сучасних принципів сталого міського транспорту. Це дозволить забезпечити більш ефективне використання дорожнього простору, зменшити затори та підвищити безпеку всіх учасників дорожнього руху.

На рисунку 1.2 стовпчикова діаграма ілюструє розподіл транспортних засобів за типами: легкові автомобілі переважають, на другому місці – громадський транспорт, далі йдуть вантажівки та інший транспорт.

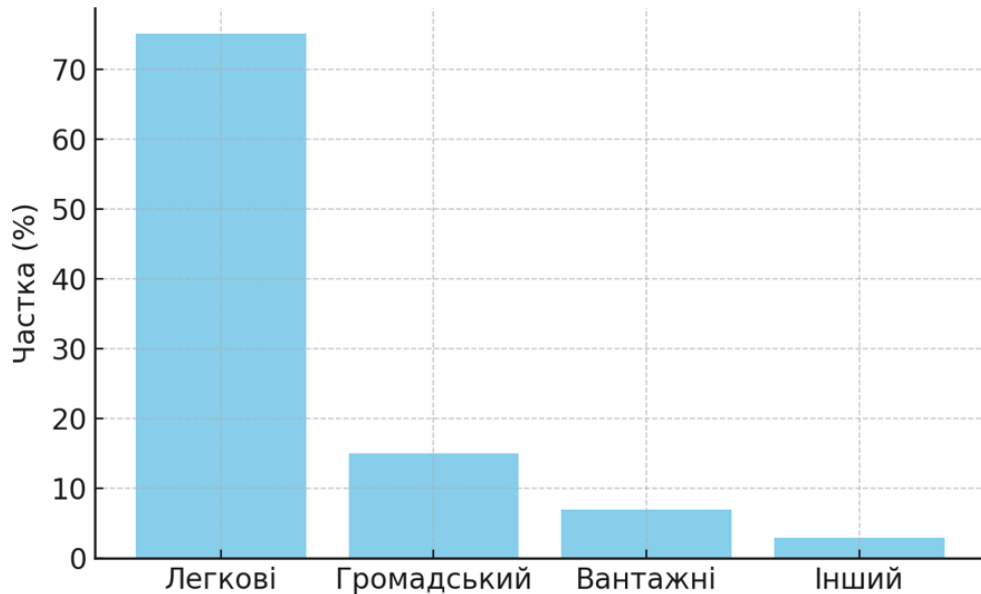


Рисунок 1.2 – Структура транспортного потоку на перехресті

На рисунку 1.3 продемонстровано зміну інтенсивності руху протягом дня. Чітко видно пікові години: найбільше навантаження припадає на 9–10 ранку, далі відбувається поступове зниження.

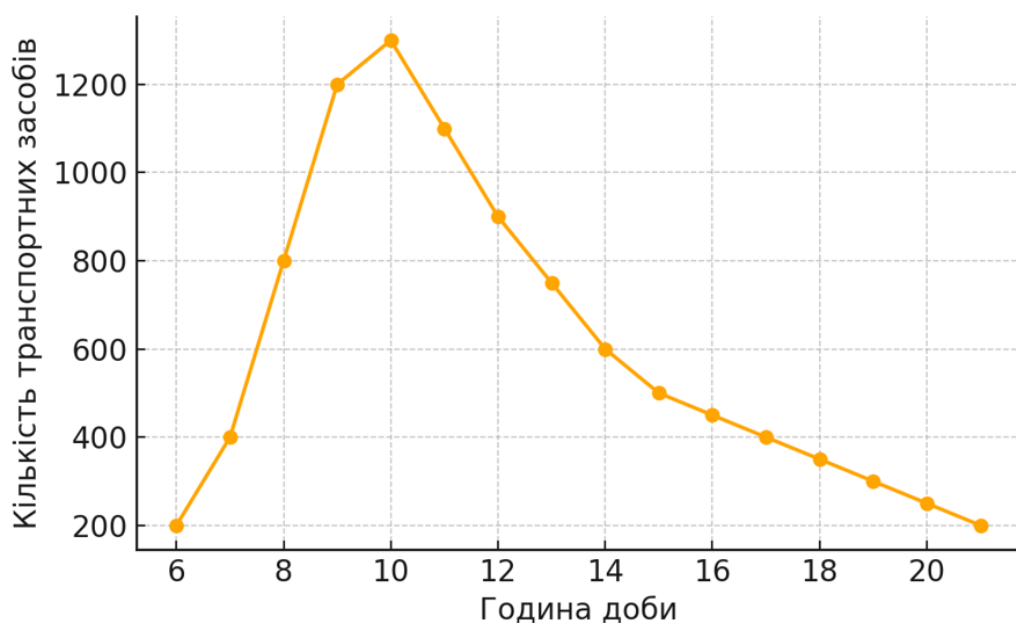


Рисунок 1.3 – Інтенсивність руху протягом дня (од./год)

Щоб краще уявити особливості структури руху на цьому перехресті, було здійснено спостереження протягом одного робочого дня. Узагальнені результати представлені у вигляді середніх значень за період досліджень. Для зручності сприйняття частина результатів наведена у вигляді графіків.

У таблиці 1.1 наведено відповідно до кожного типу транспортного засобу інтенсивність його руху протягом години та частку транспортних засобів у загальному потоці.

Таблиця 1.1 – Загальна інтенсивність за типом транспортних засобів

Тип ТЗ в потоці	Частка ТЗ в потоці, %	Інтенсивність руху ТЗ, авт./год
Легкові автомобілі	75	503
Вантажні автомобілі	8	54
Автобуси	15	100
Тролейбуси	2	13

У таблицю 1.2 зведено дані інтенсивностей транспортних засобів по кожному напрямку руху на перетині вулиць Протасевича – Довженка.

Таблиця 1.2 – Розподіл інтенсивностей за напрямками руху

Тип транспортного засобу	N1	N2	N3	N4
легкові	150	163	87	103
вантажний	24	18	5	7
автобуси	30	35	16	19
тролейбуси	-	8	5	-

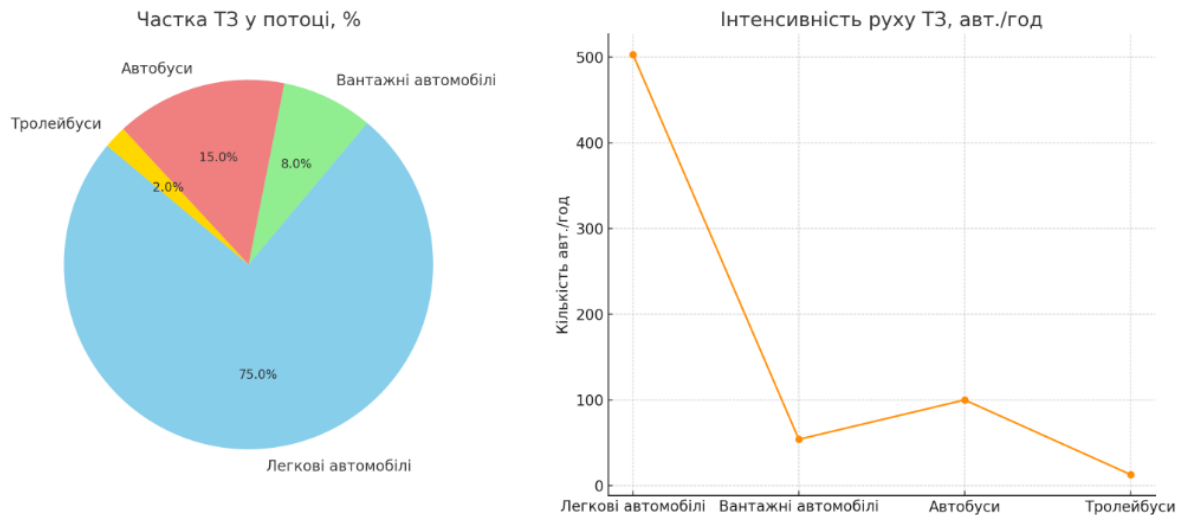


Рисунок 1.4 – Графічна інтерпретація інтенсивності руху та частки транспортних засобів у потоці

Схему перехрестя, наведену на рисунку 1.1, можна значно покращити шляхом комплексного підходу до організації дорожнього руху. Насамперед важливо досягти відповідності між кількістю смуг у кожному напрямку та реальною інтенсивністю транспортного потоку. У випадках, де навантаження на дорогу перевищує пропускну здатність, доцільно передбачити розширення проїзної частини.

Особливу увагу варто приділити налаштуванню роботи світлофорної сигналізації. Її цикли мають враховувати зміну інтенсивності руху протягом доби, що дозволить зменшити затори у пікові години. У цьому контексті ефективним рішенням буде використання адаптивних світлофорів, які реагують на поточний стан транспортних потоків у режимі реального часу.

Рівень організації дорожнього простору також значною мірою залежить від чіткості розмітки. Ясні вказівки щодо смуг, напрямків руху, пішохідних переходів сприяють зниженню кількості конфліктних ситуацій на дорозі та покращують загальну динаміку трафіку. Крім цього, належний технічний стан покриття на підходах до перехрестя та в його межах забезпечує безпеку та комфорт усім учасникам руху.

Додатковий ефект може дати коригування організації руху шляхом зміни функціонального призначення деяких смуг – наприклад, запровадження спеціальних смуг для повороту або для громадського транспорту. Це допоможе зменшити конфлікти між видами ТЗ та підвищити загальну пропускну спроможність.

Сучасні засоби моніторингу дають змогу здійснювати постійний контроль за транспортною ситуацією. Системи збору та аналізу даних в реальному часі дозволяють оперативно реагувати на зміни та оптимізовувати рух з урахуванням актуальних умов. Важливо також подбати про безпеку пішоходів, організувавши захищені переходи, належне освітлення та інші засоби підвищення видимості.

У разі наявності просторового ресурсу, розширення перехрестя або окремих його елементів може стати ключовим кроком у підвищенні його ефективності. Але перед початком впровадження змін необхідно провести детальний аналіз транспортних потоків, що дозволить обґрунтовано прийняти рішення та спроектувати ефективні заходи.

1.3 Дослідження характеристик руху та встановлення приведеної інтенсивності на перехресті

У дослідженні параметрів транспортного потоку особливу увагу приділяється такому важливому показнику, як скоригована інтенсивність руху. Саме вона дозволяє більш точно оцінити реальне навантаження на дорожню інфраструктуру, оскільки враховує не лише загальну кількість транспортних одиниць, що проїжджають певною ділянкою дороги за визначений час, а й особливості кожного типу транспорту. Такий підхід

дозволяє більш об'єктивно характеризувати умови руху, а отже, є основою для подальшого моделювання та оптимізації транспортних процесів.

Щоб здійснити таку оцінку, використано математичну залежність, яка наведена нижче.

$$N_{np}(t) = \frac{(N_l \cdot K_l + N_{ав} \cdot K_{ав} + N_{ван} \cdot K_{ван} + N_{тр} \cdot K_{тр}) \cdot 60}{t}, \quad (1.1)$$

Цей вираз дозволяє перевести потік, який складається з різних транспортних засобів, у так звану умовну або зведену інтенсивність. Такий підхід базується на введенні коефіцієнтів, які відображають вплив окремих категорій транспорту на загальний рух. Наприклад, рух вантажівок, автобусів чи легкових авто відрізняється як за габаритами, так і за динамічними характеристиками, а тому має неоднаковий вплив на пропускну здатність дороги.

Дана формула дозволяє об'єднати транспортний потік, що включає різноманітні транспортні засоби, в уніфікований показник, зручний для подальших інженерних розрахунків. Зведення різнотипного транспорту до єдиного еквіваленту забезпечує можливість правильно оцінити ступінь завантаження певної ділянки дороги, виявити потенційні вузькі місця в мережі, а також визначити доцільність впровадження тих чи інших заходів з оптимізації організації руху.

Оцінка скоригованої інтенсивності руху особливо актуальна в умовах сучасних українських міст, де на дорогах одночасно перебуває широкий спектр транспортних засобів – від мопедів і велосипедів до великовантажних автомобілів. Без відповідного перерахунку реальна транспортна картина спотворюється, що може призвести до неадекватного планування або неправильних рішень у сфері реконструкції вулично-дорожньої мережі. Застосування цієї формули дозволяє забезпечити більш точне планування і робить інженерні рішення більш обґрунтованими.

У залежності 1.1 інтенсивності руху різних типів транспортних засобів позначені наступним чином: $N_{л}$, $N_{ав}$, $N_{ван}$, $N_{тр}$;

t – час спостереження, виражений у годинах та рівний $t = 60$ хв;

$K_{л} = 1$, $K_{ван} = 2$, $K_{ав} = 2,5$, $K_{тр} = 2,5$ - коефіцієнти приведення для різних типів транспортних засобів до легкового автомобіля.

За наведеною вище залежністю виконуємо розрахунки для кожного з напрямків

$$N1_{np}(t) = \frac{(150 \cdot 1 + 24 \cdot 2 + 30 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 273 \text{ авт./год};$$

$$N2_{np}(t) = \frac{(163 \cdot 1 + 18 \cdot 2 + 35 \cdot 2,5 + 8 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 307 \text{ авт./год};$$

$$N3_{np}(t) = \frac{(87 \cdot 1 + 5 \cdot 2 + 16 \cdot 2,5 + 5 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 150 \text{ авт./год}.$$

$$N4_{np}(t) = \frac{(103 \cdot 1 + 7 \cdot 2 + 19 \cdot 2,5) \cdot 60}{60} = 165 \text{ авт./год}.$$

Графічне зображення, представлене на рисунку 1.5 демонструє динаміку руху легкового транспорту в межах досліджуваного перехрестя. Така візуалізація є надзвичайно цінною для аналізу, оскільки дозволяє побачити не лише абсолютні значення інтенсивності, а й простежити зміни в потоках у різні періоди спостереження. З огляду на те, що легкові автомобілі складають основу міського транспортного потоку, їх вплив на загальну транспортну ситуацію є вирішальним.

Особливість легкового транспорту в контексті цього дослідження полягає в тому, що для нього коефіцієнт приведення дорівнює одиниці. Це

означає, що в процесі розрахунків відпадає необхідність у коригуванні фактичних значень інтенсивності для цієї категорії транспорту. Іншими словами, кожен одиничний легковий автомобіль враховується в сумарному показнику як одна умовна одиниця, тому отримані дані можна безпосередньо використовувати як приведені.

Ця відповідність спрощує інтерпретацію результатів і дозволяє швидше перейти до побудови порівняльного аналізу з іншими видами транспортних засобів, які потребують врахування коригувальних коефіцієнтів. Завдяки цьому графік не лише відображає реальну ситуацію на дорозі, а й фактично служить базовою шкалою, з якою зручно співвідносити інші потоки. Саме тому дані по легковому транспорту мають особливе аналітичне значення та можуть бути використані як еталон при подальшому аналізі структури транспортних навантажень на перехресті.

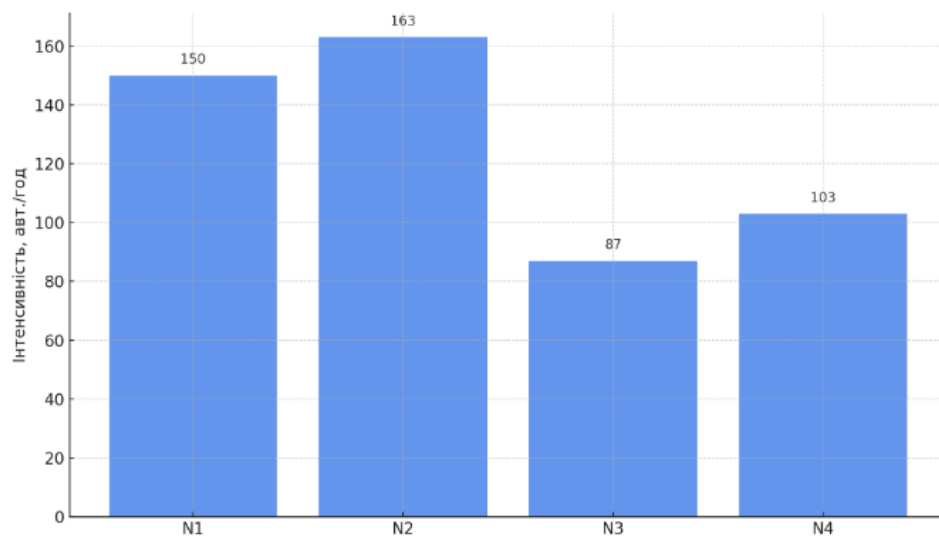


Рисунок 1.5 – Приведена інтенсивність руху протягом години для легкових транспортних засобів

На рисунку 1.6 графічно відображено приведену інтенсивність руху вантажних транспортних засобів по відношенню до легкового автомобіля

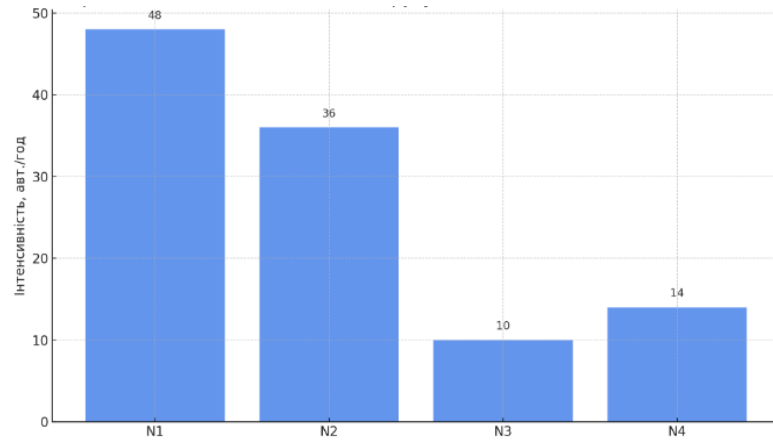


Рисунок 1.6 – Приведена інтенсивність руху протягом години для вантажних транспортних засобів

На рисунку 1.7 та 1.8 графічно відображено приведену інтенсивність руху автобусів та тролейбусів.

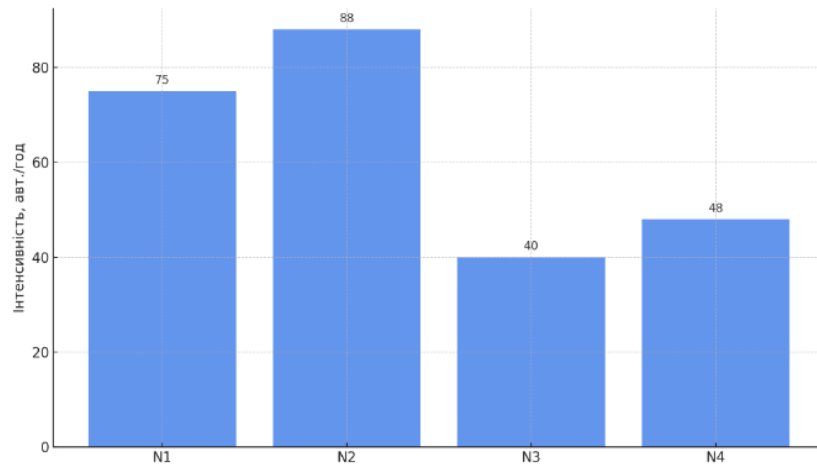


Рисунок 1.7 – Приведена інтенсивність руху протягом години для автобусів

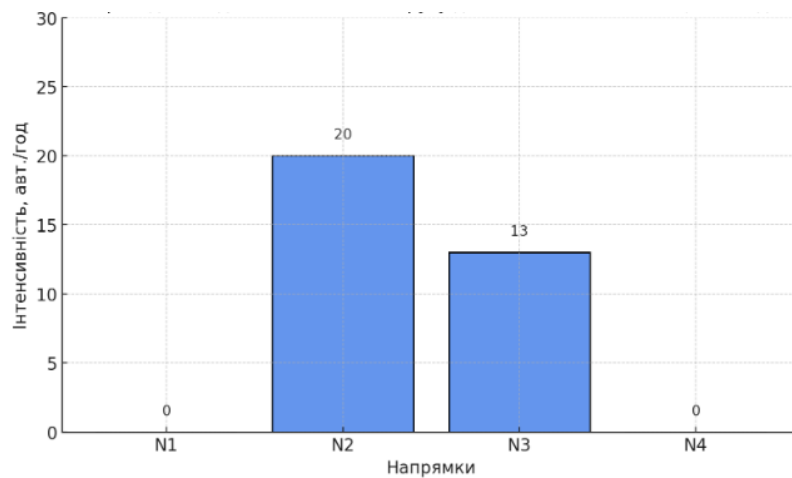


Рисунок 1.8 – Приведена інтенсивність руху протягом години для тролейбусів

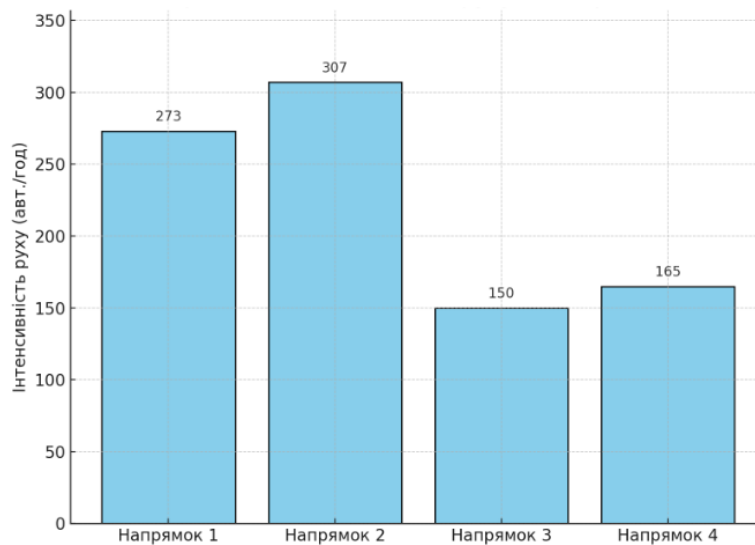


Рисунок 1.9 – Скоригована інтенсивність руху за напрямками

У рамках подальшого аналізу було досліджено середньодобову інтенсивність руху на заданій ділянці дорожньої мережі. Цей показник відіграє вирішальну роль у транспортній аналітиці, оскільки дозволяє оцінити рівень завантаження магістралі в цілому та виявити характерні особливості розподілу транспортного потоку.

Результати обчислень демонструють чітку диференціацію інтенсивності руху за напрямками. Найбільш завантаженим виявився напрямок N2 із показником 307 автомобілів, що свідчить про його провідну роль у транспортній системі. Напрямки N1 та N4 демонструють помірне навантаження з інтенсивністю 273 та 165 автомобілів відповідно, тоді як N3 виділяється найнижчим значенням – лише 150 автомобілів.

Такі дані дають змогу не лише констатувати поточний стан дорожнього руху, а й прогнозувати його динаміку. Високі показники на окремих напрямках можуть вказувати на необхідність коригування режимів світлофорного регулювання або розгляду варіантів розширення проїзної частини. Отримані результати стануть основою для подальших розрахунків, зокрема визначення пікових навантажень та розробки заходів щодо оптимізації транспортних потоків.

$$N_{cd} = K_o \cdot K_m \cdot K_p \cdot N_{np}(t), \quad (1.2)$$

Для визначення середньодобової інтенсивності руху транспортних засобів було застосовано розрахункову методику на основі формули (1.2). У процесі обчислень враховувались спеціальні коефіцієнти, що дозволяють максимально точно адаптувати короткочасні спостереження до довгострокових показників.

Першочергове значення має коефіцієнт переходу від короткочасних вимірювань до середньодобових даних. У даному дослідженні цей параметр прийнятий на рівні 1,82, що забезпечує адекватне перетворення оперативних показників у добові значення.

Для врахування динаміки транспортного потоку протягом тижня використовується коефіцієнт середньотижневої інтенсивності, величина якого становить 0,8. Цей параметр дозволяє компенсувати коливання завантаження дороги у різні дні тижня, забезпечуючи репрезентативність результатів.

Важливу роль відіграє коефіцієнт середньорічної добової інтенсивності, який у нашому випадку дорівнює 8,47. Його застосування дає змогу врахувати вплив сезонних факторів та річних тенденцій на формування транспортних потоків, що особливо важливо для довгострокового планування дорожньої інфраструктури.

Зазначені коефіцієнти в комплексі забезпечують високу точність розрахунків, дозволяючи отримати об'єктивну картину інтенсивності руху з урахуванням усіх суттєвих факторів впливу.

Отримані результати дослідження знайдуть своє відображення на рисунку 1.10, який наочно продемонструє динаміку транспортного потоку. Важливим аспектом проведених розрахунків є здатність виявляти критичні ділянки дорожньої інфраструктури, де спостерігається підвищене

навантаження, а також визначати періоди максимальної інтенсивності руху. Ця інформація має практичну цінність для прийняття управлінських рішень, спрямованих на підвищення ефективності функціонування транспортної системи.

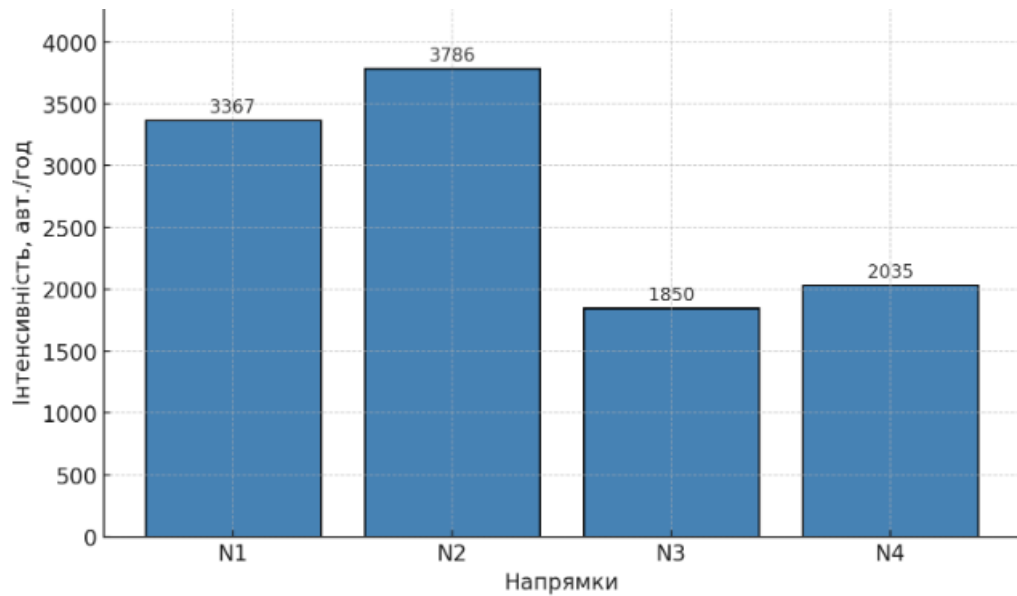


Рисунок 1.10 – Сумарна приведена добова інтенсивність руху

ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Обґрунтування заходів щодо покращення організації руху на перетині вулиць Протасевича – Довженка

Перше, що необхідно врахувати при плануванні заходів щодо оптимізації організації руху на перехресті вулиць Протасевича і Довженка – це детальний аналіз поточної ситуації. Потрібно провести спостереження у різні години доби: в ранкові й вечірні години пік, у неробочий час, а також у вихідні. Це допоможе виявити реальні проблемні зони, де накопичуються затори або де підвищений ризик ДТП. Також варто опитати водіїв і пішоходів, щоб краще зрозуміти їхні потреби й очікування.

Такий аналіз засвідчує, що транспортна ситуація на даному перехресті доволі напружена. Висока інтенсивність руху як приватного транспорту, так і маршруток призводить до утворення заторів, особливо зранку й увечері. Не меншу роль відіграють пішоходи, які переходять вулиці, іноді нехтуючи світлофорами або переходячи у небезпечних місцях. Ще один фактор – недостатня чіткість розмітки та ознак, які забезпечували б безпеку й зручність руху.

Наступним кроком є розробка заходів, які будуть максимально ефективними, але при цьому реалістичними з точки зору реалізації і фінансових можливостей міста. Лише після ретельного вивчення інтенсивності руху й визначення «вузьких місць» ми можемо говорити про конкретні рішення: наприклад, покращення світлофорного регулювання, вдосконалення розмітки, коригування режимів руху, підвищення безпеки пішоходів.

Світлофорне регулювання відіграє ключову роль. Якщо перехрестя

функціонує в нерівномірному режимі – зайняте занадто багато часу на одну з вулиць, це спричиняє накопичення автотранспорту. Тому доцільно запровадити адаптивну систему керування світлофорами. Вона здатна автоматично реагувати на зміну інтенсивності руху – збільшує «зелений» світло для напрямку з більшим транспортним потоком. Це дозволить зменшити черги та звести до мінімуму час очікування на світлофорах. Така система може бути інтегрована з міським центром управління дорожнім рухом і забезпечувати оперативне коригування режимів залежно від потреб.

Розмітка й дорожні знаки також потребують оновлення. Сучасна яскрава розмітка, з використанням зносостійких матеріалів, дозволяє підвищити видимість і чіткість орієнтування для водіїв та пішоходів. Особливо важливо уточнити смуги руху, напрямні стрілки, «зебри». Нарощена контрастність сприятиме кращому сприйняттю водіями й допоможе уникнути небезпечних маневрів або «перерізання» смуг. Додатково, треба встановити застережувальні знаки пішохідного переходу і навіть повторюване позначення перед самим переходом для додаткової уваги.

Пішоходи часто нехтують правилами, переходячи вулицю поза межами переходу або переходячи на червоне світло. Для цієї групи користувачів варто посилити освітлення в темну пору доби, зробити тротуари ширшими і плавнішими, а підходи до переходів – доступнішими. Можливо, зацікавленою інвестицією буде облаштувати підвищені пішохідні переходи – «лежачі переходи» — які, крім сигналізації, фізично уповільнюють транспорт. Вони ефективні не лише для створення комфортних умов для пішоходів, але й знижують швидкість автомобілів навіть без увімкнення світлофора.

Також потрібно розглянути питання змін в організації руху. Відмова від деяких поворотів або заборона ліво- чи правоповороту у годину пік можуть значно поліпшити пропускну здатність. При цьому треба ретельно оцінювати, як це вплине на суміжні й паралельні вулиці і чи не створиться

зсув проблем в інші райони міста. Пропозицію про додаткову смугу прискореного повороту слід аналізувати з точки зору простору й можливості переносу тротуарів або зелених зон, щоб не викликати незручностей для пішоходів та мешканців.

Не менш важливим є комплекс заходів для громадського транспорту – власна смуга для маршруток або автобусів, із оновленим зміщеним світлофорним циклом, що дозволить зменшити затримки та стимулювати пересадку на громадський транспорт, скоротивши кількість авто в час пік.

Усі ці заходи потрібні не просто як окремі елементи, а як частина комплексної стратегії розвитку дорожньої інфраструктури та мобільності. Необхідно підготувати діагностичний звіт – зі схемами, графіками завантаженості, фотографіями проблемних ділянок. У ньому вказати вартість реалізації кожної тільки-но запропонованої технічної міри з обґрунтуванням доцільності кожного рішення, і оцінкою періоду окупності. Наприклад, установка адаптивної світлофорної системи може повернути інвестицію у найнижчі терміни, якщо підвищить середню швидкість проїзду навіть на кілька хвилин, адже це зменшить витрати пального та покращить екологічну ситуацію.

Не варто забувати й про інформування громади. Проведення зустрічей із мешканцями, розмова з власниками торгівельних точок, мотиваційні кампанії на зразок «перехід тільки по зебрі» або «дотримуйся правил руху» – це сприятиме не просто технічному вдосконаленню, а зміні поведінки учасників руху.

Також варто закласти систему моніторингу ефективності реалізованих заходів. Щомісяця аналізувати зміни: рівень заторів, кількість ДТП, швидкість «пікових» маршрутів, статистику громадського транспорту. Все це допоможе фіксувати досягнення та вчасно коригувати довгострокову транспортну стратегію.

2.2 Дослідження можливих способів регулювання транспортних потоків

Моделювання варіантів регулювання транспортних потоків є потужним інструментом для оптимізації руху в міському просторі. Основою такого підходу є створення цифрової копії транспортної системи з урахуванням її основних характеристик: протяжності вулиць, кількості смуг, розташування світлофорів, режимів руху, а також особливостей транспортних засобів. Завдяки сучасним комп'ютерним системам можливо накласти на цю модель реальні потоки руху та умовити їх до різних сценаріїв регулювання, порівнюючи результати за показниками заторів, середньої швидкості, часу очікування і рівня безпеки.

У процесі моделювання насамперед закладаються базові параметри системи: як рухатимуться потоки в піковий і непіковий час, які є перетини і небезпечні точки, який тип транспорту задіяно – приватний автомобіль, громадський транспорт, таксі, вантажний транспорт чи ін. На основі цього формується первинна модель, з якої починається експериментальна робота. У межах програмного середовища дослідник задає типи регулювання: статичні світлофори з постійними фазами, адаптивні системи, динамічну розмітку, виділені смуги чи обмеження поворотів у певні години. Кожну конфігурацію систему «пропускає» через модель і отримує показники ефективності: чи зменшилась затримка при перетинах, наскільки вирівнялася середня швидкість, скільки часу пішоходам потрібно для перетину.

Упровадження системи світлофорного регулювання зі змінним циклом стало одним із перших сценаріїв, що відпрацьовуються в моделюванні. Адаптивна система реагує на поточний рівень завантаженості кожного напрямку за допомогою датчиків або відеокамер, активно перерозподіляючи «зелений» сигнал у потрібному напрямку. Результати модельної перевірки демонструють значне зниження часу простою, особливо в годинах пік. Більш

того, оптимізація світлофорних циклів без необхідності додаткових смуг чи значних капітальних витрат створює привабливий варіант для міського бюджету.

Ще одним перспективним варіантом є дослідження ефективності виділення смуг для громадського транспорту. У моделі відображається створення окремих ліній для автобусів або маршруток, що відокремлені розміткою, бордюром або засобами візуального розділення. Це дозволяє оцінити вплив такого рішення на швидкість громадського транспорту, а також на загальне завантаження загальної дорожньої мережі. Як правило, моделювання показує зростання привабливості громадського транспорту, скорочення часу для пересадки та зменшення загального числа приватних авто, що в свою чергу приводить до зниження заторів.

У деяких версіях моделі застосовують динамічне обмеження поворотів або організацію транспортного кільця біля гіпотетичного перехрестя. Тут система в інтерактивному режимі оцінює, чи ефективніше перенаправити лівову частку транспорту на оточуючі вулиці або розмістити тимчасове кільце для зменшення конфліктних точок. Відповідні дані демонструють, при певному рівні інтенсивності руху утворюється значне покращення через зменшення потоку прямого перетину. Водночас у моделі простежуються побічні зміни: збільшення навантаження на сусідні вулиці або необхідність коригування режимів руху на прилеглих вузлах. Це спонукає шукати баланс між локальною вигодою та глобальним завантаженням.

Під час моделювання важливо звертати увагу також на пішоходів – програмні рішення моделюють їхню поведінку на переходах залежно від розмітки, сигналізації та ширини тротуарів. Так моделюється ситуація змінення ширини тротуару або встановлення лежачого пішохідного переходу: система фіксує зміни у частоті переходів у дозволених зонах, швидкості переходу і конфлікті транспортних потоків з пішоходами. У типовому випадку додається значна безпека, особливо в темну пору доби, за умови застосування підсвітки або контрастної фарби.

Ще одним напрямом, що моделюється, є комбіновані заходи: адаптивні світлофори плюс виділені смуги, плюс елементи кільцевої організації трафіку. У такому варіанті можна простежити синергетичні ефекти. Програма показує, що ті моделі, де поєднані технологічні інструменти і фізичні зміни, забезпечують найбільш стійкі результати навіть при різких навантаженнях, наприклад, у випадку виникнення заторів через ДТП або дорожні ремонтні роботи.

Завершальним кроком моделі є порівняльний аналіз – всі режими оцінюються за критеріями продуктивності, безпеки, екологічного впливу та економічних витрат. Варіанти сортують згідно з ефективністю, і розробляється рекомендаційна стратегія для втілення на практиці. При цьому звертається увага на можливість поетапного введення змін, щоб зменшити ризики для водіїв і мешканців, економити ресурси і перевірити ефективність на обмеженому проекті перед масштабуванням.

Моделювання транспортних потоків дозволяє не лише прогнозувати, але і в деталях планувати заходи щодо регулювання: які з них працюватимуть краще саме в конкретному міському контексті, коли знадобляться світлофорні вдосконалення чи нова інфраструктура, а де достатньо лише зміни режимів руху. Завдяки цьому підходу міста здатні розвивати дорожню мережу більш обґрунтовано, ефективно і при цьому з меншими витратами ресурсів, забезпечуючи комфорт таких важливих учасників руху, як водії й пішоходи.

2.3 Прогнозування ефективності запропонованих рішень

Оцінка ефективності запропонованих заходів з удосконалення організації дорожнього руху завжди ґрунтується на прогнозному аналізі. Такий підхід дозволяє з високим ступенем точності передбачити, якими

будуть наслідки реалізації певних змін для усіх учасників дорожнього руху. У випадку перехрестя вулиць Протасевича і Довженка в Тернополі, обрані рішення сформували основу для формування цілісного бачення безпечного та ефективного дорожнього вузла. Прогнозування їхньої ефективності базується як на результатах моделювання, так і на емпіричних оцінках аналогічних ситуацій в інших містах.

Першим критерієм оцінки є покращення пропускну здатності перехрестя. Очікується, що впровадження адаптивного світлофорного регулювання дозволить значно знизити середній час простою автомобілів у пікові години. Динамічне реагування системи на зміни в інтенсивності руху дає змогу перерозподілити зелений сигнал відповідно до поточного навантаження. Завдяки цьому суттєво зменшується утворення заторів у напрямках з високим трафіком. Сучасні дослідження показують, що адаптивні світлофорні системи здатні підвищити швидкість транспортного потоку на 15–30%, залежно від складності вузла. У межах прогнозу для цього перехрестя очікується, що середній час проїзду скоротиться щонайменше на 20%, що сприятиме економії пального, зменшенню викидів шкідливих речовин і загальному підвищенню задоволеності водіїв.

Другим важливим чинником, що підлягає оцінюванню, є підвищення безпеки. Рішення про заборону лівих поворотів у небезпечних напрямках базується на аналізі конфліктних точок. Зменшення кількості перетинів траєкторій транспортних засобів знижує імовірність зіткнень. Особливо актуальним це є в умовах підвищеного навантаження, коли водії можуть здійснювати ризиковані маневри. За оцінками експертів у сфері безпеки дорожнього руху, подібні заходи зменшують кількість ДТП на перехрестях на 25–40%, залежно від конкретної топографії місцевості. У контексті Тернополя, де останніми роками спостерігається зростання інтенсивності руху, особливо у спальних районах, такий підхід виглядає цілком виправданим.

Окрему увагу варто приділити впливу змін на пішохідний рух.

Запровадження підвищених пішохідних переходів та поліпшення умов видимості (через освітлення й чітке маркування) сприятиме формуванню більш відповідальної пішохідної поведінки та зменшенню ризику наїзду на людей. Прогноз показує, що середній час проходження пішоходами ділянки перехрестя зменшиться за рахунок прямолінійної траєкторії руху й чіткої регламентації сигналів світлофора. Одночасно зменшується ризик несанкціонованих переходів у недозволених місцях, що напряду впливає на безпеку обох сторін – пішоходів і водіїв.

Прогноз економічної ефективності змін враховує не лише прямі витрати на впровадження заходів, а й довгострокову вигоду від їх реалізації. У середньому, модернізація перехрестя з використанням адаптивної системи регулювання, оновленням розмітки, покращенням інфраструктури для пішоходів та громадського транспорту окупається протягом 3–5 років завдяки скороченню транспортних затримок, зменшенню числа дорожньо-транспортних пригод та покращенню якості повітря. Крім того, підвищення ефективності маршрутів громадського транспорту стимулює відмову від використання приватного авто, що сприяє зниженню навантаження на дорожню мережу в довгостроковій перспективі. Розрахунки показують, що вже за перший рік функціонування оновленої інфраструктури можливо зекономити до 10–15% ресурсів, що витрачалися на експлуатацію, реагування на ДТП, а також на обслуговування інфраструктури в умовах перевантаження.

У сфері екологічного прогнозування також передбачаються позитивні зрушення. Зменшення часу простою на світлофорах, плавність руху та уникнення раптових зупинок і стартів зменшують викиди CO₂, CO та дрібнодисперсного пилу. Це особливо важливо в мікрорайонах із щільною забудовою, де вентиляція повітря утруднена. Очікується, що рівень викидів в районі перехрестя зменшиться щонайменше на 12–18%, що позитивно вплине на здоров'я мешканців найближчих житлових масивів.

У прогнозах щодо громадського транспорту передбачається значне підвищення пунктуальності та стабільності графіків руху. Виділення окремих смуг для автобусів і тролейбусів дозволить зменшити затримки, спричинені заторами. Це особливо важливо в години пік, коли рух приватного транспорту значно уповільнює маршрутки й тролейбуси. Завдяки оновленій організації руху прогнозується, що точність дотримання розкладу маршрутів покращиться на 20–25%, що, у свою чергу, підвищить привабливість громадського транспорту для пасажирів.

На соціальному рівні прогноз вказує на зростання задоволеності мешканців району, які користуються даним перехрестям щодня. Поліпшення умов безпеки, зменшення часу в дорозі та прогнозованість трафіку створюють позитивний фон для формування довіри до міських транспортних служб. У довгостроковій перспективі це може навіть стимулювати розвиток навколишніх районів, зростання вартості нерухомості та зниження рівня стресу в щоденних поїздках.

Прогноз ефективності запропонованих змін на перетині вулиць Протасевича – Довженка свідчить про доцільність та багаторівневу користь реалізації комплексного підходу. Досягнення оптимального балансу між потребами автомобілістів, пішоходів і громадського транспорту в поєднанні з використанням сучасних технологій управління рухом створює умови для якісного покращення міської мобільності. Завдяки вдалому плануванню, прогнозуванню й подальшому моніторингу, місто Тернопіль має всі шанси стати прикладом ефективного управління транспортною інфраструктурою на рівні не лише регіону, але й держави.

2.4 Рекомендації щодо впровадження запропонованих рішень у практику організації дорожнього руху.

Рекомендації щодо впровадження комплексу заходів з оптимізації руху на перетині вулиць Протасевича та Довженка мають спиратись на поетапний, системний підхід, що враховує не лише технічні параметри дорожньої мережі, а й соціальні, економічні та організаційні аспекти. Будь-яке втручання у структуру міської мобільності потребує глибокого розуміння взаємодії між учасниками руху, можливостей наявної інфраструктури та потенціалу для її розвитку. Тому процес реалізації запропонованих змін має розпочинатися з чіткої стратегічної координації між усіма відповідальними структурами: від управління транспорту і дорожнього господарства до підрозділів поліції та міської ради.

Першочерговою умовою ефективного впровадження є детальна підготовка проєктно-технічної документації. На цьому етапі необхідно конкретизувати всі параметри від типу дорожнього покриття до характеристик системи адаптивного світлофорного регулювання. У цьому контексті важливо провести додаткові геодезичні заміри, аналіз підземних комунікацій, гідрологічні умови місцевості, що дозволить уникнути непередбачуваних витрат і затримок на будівельному етапі. Доцільно також ініціювати аудит уже наявної світлофорної системи, щоб виявити можливість її часткового переобладнання або модернізації без повного демонтажу.

Паралельно з технічною підготовкою варто запровадити комунікаційну кампанію серед мешканців району та активних користувачів цього перехрестя. Інформування громадськості про заплановані зміни, пояснення їхніх переваг, а також отримання зворотного зв'язку допоможе зменшити соціальну напругу й підвищити рівень довіри до муніципальних ініціатив. Особливо важливо пояснити зміст заборони певних поворотів, логіку появи

виділених смуг для громадського транспорту, а також правила використання підвищених пішохідних переходів. Цей етап дозволить забезпечити належне прийняття нововведень громадою, знизить ризики саботажу або ігнорування правил руху.

На етапі реалізації ключовим чинником стане узгоджена логістика будівельно-монтажних робіт. Рекомендується проводити реконструкцію або монтаж обладнання у міжпіковий час або в нічні години, аби уникнути паралічу транспортної мережі району. Впровадження світлофорів, переналаштування розмітки та облаштування нових тротуарів слід здійснювати за чітко визначеним графіком, із резервним планом на випадок погодних або технічних збоїв. Тут також важливе постійне залучення працівників патрульної поліції, які в період перебудови регулюватимуть рух вручну, координуючи транспортні потоки та забезпечуючи безпеку пішоходів.

Оскільки система адаптивного керування світлофорами передбачає цифрову інфраструктуру – детектори трафіку, відеоаналітику, комунікаційне з'єднання з єдиним диспетчерським центром необхідно на ранньому етапі забезпечити відповідну технічну базу. Це передбачає встановлення оптоволоконного з'єднання, живлення, інтеграцію до вже існуючої платформи управління міським рухом. У разі її відсутності доцільно створити окремий пункт моніторингу, що дозволить у реальному часі відслідковувати зміни інтенсивності руху й оперативно реагувати на ускладнення.

Після завершення фізичного впровадження обов'язковим етапом стане тестовий період. Протягом щонайменше двох місяців потрібно фіксувати дані про транспортні затримки, рівень аварійності, пішохідну активність та швидкість громадського транспорту. Це дозволить виявити слабкі місця в системі, провести корекцію циклів світлофора або уточнити розмітку. Важливо також не ігнорувати скарги мешканців – вони можуть сигналізувати про неочевидні проблеми, які не помітні в аналітичних звітах.

На завершальному етапі рекомендовано закріпити результати шляхом внесення змін до нормативних актів місцевого рівня, дорожніх паспортів та інструкцій для водіїв громадського транспорту. Необхідно також передбачити регулярне технічне обслуговування всіх елементів інфраструктури як фізичних (дорожнє покриття, світлофори, розмітка), так і цифрових (програмне забезпечення системи управління, відеоаналітика, системи резервного живлення).

Окремим напрямом має бути оцінка результатів через рік після впровадження. Такий аналіз дозволить зрозуміти не лише, чи справдилися прогнозовані ефекти, а й наскільки система виявилася стійкою до зовнішніх змін, а саме сезонних навантажень, аварійних ситуацій, змін у потоках транспорту. Рекомендовано оновити модель транспортного руху з урахуванням реальних результатів і при потребі внести другий етап вдосконалень.

Запровадження змін на перетині вулиць Протасевича – Довженка має розглядатися як багаторівневий процес, що охоплює технічну модернізацію, організаційне управління, взаємодію з громадськістю та постійний моніторинг ефективності. Такий комплексний підхід гарантує не лише успішне впровадження інженерних рішень, а й їхнє стале функціонування в умовах міського середовища, що постійно змінюється. Тернопіль має всі шанси створити взірць сучасного транспортного вузла, орієнтованого на безпеку, ефективність і комфорт усіх учасників дорожнього руху.

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Розробка основних положень інструкції з попередження дорожньо-транспортних пригод

1. Загальні положення.

1.1. Інструкція з попередження дорожньо-транспортних пригод визначає основні положення щодо змісту, методів, формами і порядку роботи для створення безпеки дорожнього руху у підвідомчих організаціях.

1.2. Ця інструкція обов'язкова для всіх підвідомчих організацій, які мають автомобілі, трактори і самохідні машини (у подальшому рухомий склад).

1.3. Попередження дорожньо-транспортних пригод є однією з основних сторін діяльності всіх підрозділів і служб.

1.4. Керівники організацій несуть персональну відповідальність за весь комплекс робіт із створення безпеки дорожнього руху і залучають до цієї роботи відповідні служби організації.

1.5. Робота з попередження і обліку дорожньо-транспортних пригод в організації проводиться службою безпеки дорожнього руху (відповідальною особою) у тісній взаємодії з органами Державної автомобільної інспекції та при активній участі громадськості.

1.6. Всі накази, розпорядження, заходи з питань забезпечення безпеки дорожнього руху і попередження дорожньо-транспортних пригод, які видаються у підвідомчих організаціях, повинні відповідати Закону України «Про дорожній рух», правилам дорожнього руху та іншим нормативним документам і цій інструкції.

2. Основні завдання з попередження дорожньо-транспортних пригод.

Роботу з попередження дорожньо-транспортних пригод в організації очолює її керівник.

2.1. Основними завданнями організації з попередження дорожньо - транспортних пригод є:

2.1.1. Удосконалення організації праці, відпочинку працівників, особливо водіїв і працівників з ремонту рухомого складу.

2.1.2. Проведення службами і громадськими організаціями виховної роботи, контролю за роботою водіїв на лінії, а також заходів, які попереджують виникнення дорожньо-транспортних пригод та сприяють зміцненню трудової дисципліни працюючих.

2.1.3. Забезпечення готовності рухомого складу шляхом своєчасного і якісного проведення технічного обслуговування, ремонту, перевірки технічного стану при випуску його на лінію і при поверненні в гараж та забезпечення контролю за технічним станом на лінії.

2.2. Згідно покладених завдань керівник організації повинен:

2.2.1. Затверджувати щоквартальний план заходів організації з попередження дорожньо-транспортних пригод, розроблений службою безпеки дорожнього руху (відповідальною особою з безпеки дорожнього руху) разом зі службою механіка і здійснювати постійний контроль за виконанням службами і структурними підрозділами цього плану.

2.2.2. Вживати заходи щодо покращення умов праці, відпочинку водіїв і працівників зайнятих ремонтом рухомого складу.

2.2.3. Організовувати проходження обов'язкового періодичного медичного огляду водіїв, перед- і післярейсових медичних оглядів, створювати необхідні умови для роботи медичного персоналу.

2.2.4. Удосконалювати форми та методи виховної роботи працівників організації, узагальнювати і поширювати досвід роботи передових водіїв, ремонтних працівників, пропагувати безаварійну роботу шляхом читання лекцій, розповсюдження інформаційних бюлетенів, закріплювати молодих водіїв за водіями-наставниками для інструктажу і стажування, проводити

конкурси і місячники безпеки руху, представляти у встановленому порядку до заохочення працівників, які успішно і добросовісно виконують свої обов'язки.

2.2.4. Вживати заходи для покращення професіональної підготовки, підвищення кваліфікації працівників, контролювати проведення з водіями, автослюсарями та інженерно-технічними працівниками з безпеки дорожнього руху технічного навчання, періодичних інструктажів.

2.2.5. Особисто проводити службове розслідування всіх дорожньо - транспортних пригод, допущених працівниками організації; проводити службове розслідування з випадків перебування водіями на робочому місці у нетверезому стані і вживати до порушників заходи дисциплінарного впливу згідно правил внутрішнього трудового розпорядку.

2.2.7. Організовувати облік дорожньо-транспортних пригод, представляти звіти та інформацію про дорожньо-транспортні пригоди, повідомлення про вжиті заходи з попередження дорожньо-транспортних пригод у терміни, передбачені «Порядком обліку дорожньо-транспортних пригод».

2.2.8. Безпосередньо керувати роботою служби безпеки дорожнього руху (відповідальної особи з безпеки дорожнього руху), спрямовуючи діяльність усіх служб і підрозділів організації на реалізацію заходів із попередження дорожньо-транспортних пригод, надавати практичну допомогу в організації і обладнанні кабінету (куточку) з безпеки дорожнього руху, затверджувати план його роботи.

2.2.9. Видавати накази, розпорядження з попередження дорожньо - транспортних пригод, передбачати у посадових інструкціях працівників, які пов'язані із збереженням та експлуатацією рухомого складу, їх обов'язки і відповідальність щодо забезпечення безпеки дорожнього руху.

2.3. Керівник служби безпеки дорожнього руху (відповідальна особа з безпеки дорожнього руху) зобов'язаний:

2.3.1. Розробляти разом із службою механіка проекти планів-заходів з попередження дорожньо-транспортних пригод, які передбачають забезпечення необхідних умов безпеки руху, належного технічного стану, рухомого складу, який виходить на лінію, зміцнення дисципліни, підвищення кваліфікації водіїв та інших працівників організації, діяльність яких зв'язана з роботою рухомого складу, представляти їх на затвердження керівникові організації і контролювати виконання цих планів.

2.3.2. Систематично контролювати виконання всіма працівниками організації нормативних документів, наказів та вказівок Держводгоспу України та облводгоспу з питань забезпечення безпеки дорожнього руху, правил дорожнього руху, а також цієї інструкції.

2.3.3. Перевіряти роботу всіх служб і підрозділів організації, щодо забезпечення безпеки дорожнього руху та попередження дорожньо - транспортних пригод і вносити пропозиції керівництву для усунення виявлених недоліків і порушень.

2.3.4. Вести облік дорожньо-транспортних пригод і порушень водіями правил дорожнього руху у спеціальних журналах, готувати у встановленому порядку звіти про них. Аналізувати дані обліку і виявляти основні причини виникнення дорожньо-транспортних пригод.

2.3.5. Брати участь у проведенні службового розслідування дорожньо - транспортних пригод, у складанні інформації про них в терміни, передбаченні «Положенням про порядок службового розслідування дорожньо-транспортних пригод».

2.3.6. Розробляти і подавати керівникові, на основі матеріалів перевірок, пропозиції щодо попередження дорожньо-транспортних пригод і випадків керування автомобілем у нетверезому стані.

2.3.7. Організовувати у колективі розгляд допущених водіями дорожньо-транспортних пригод і порушень правил дорожнього руху.

2.3.8. Узагальнювати і розповсюджувати передовий досвід безаварійної роботи водіїв, організовувати агітаційну роботу з безпеки дорожнього руху

(проведення лекцій, бесід, використання наочних форм агітації, стінгазет, бюлетенів).

2.3.9. Організовувати роботу кабінету безпеки дорожнього руху.

2.3.10. Контролювати організацію навчання і перевірку знань водіями та іншими працівниками, безпосередньо пов'язаними з дорожнім рухом транспортних засобів, Правил дорожнього руху, Правил перевозу людей і вантажів, інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки дорожнього руху, посадових інструкцій.

2.3.11. Контролювати стажування водіїв і роботу водіїв-наставників, а також допуск водіїв до роботи.

2.3.12. Брати участь у роботі атестаційної комісії з присвоєння кваліфікації водіїв.

2.3.13. Брати участь у розробці проектів наказів, розпоряджень, заходів з питань забезпечення безпеки дорожнього руху.

2.3.14. Контролювати проведення службою механіка перед- і післярейсових інструктажів з безпеки дорожнього руху, медичного огляду з відміткою в дорожньому листі водія.

2.3.15. Систематично звіряти і уточнювати дані про дорожньо-транспортні пригоди з даними органів Державної автомобільної інспекції та надсилати інформацію у вищестоящу організацію згідно «Порядку обліку дорожньо-транспортних пригод».

2.4. Керівник служби дорожнього руху (відповідальна особа за безпеку дорожнього руху) має право:

2.4.1. Контролювати і перевіряти роботу служб і підрозділів організації, які причетні до попередження дорожньо-транспортних пригод, роботи рухомого складу. Вказівки начальника служби безпеки дорожнього руху (відповідальної особи) обов'язкові до виконання і можуть бути відмінені тільки керівником організації.

2.4.2. Вилучати у водіїв організації посвідчення на право управління автомобілем при їх затриманні на лінії в стадії сп'яніння або при скоєнні

дорожньо-транспортних пригод.

2.4.3. Відсторонювати у встановленому законом порядку від роботи водіїв та інших працівників організації, дії яких загрожують безпеці дорожнього руху, вимагати від керівників, яким підпорядковані вищевказані працівники, притягнення їх до дисциплінарної відповідальності.

2.4.4. Забороняти випуск на лінію рухомого складу або повертати його з лінії при виявленні технічних неполадок транспорту, не проходженні інструктажу та медогляду водіїв.

2.4.5. Представляти організацію у місцевих органах влади та у вищестоящих організаціях.

2.5. Служба механіка зобов'язана:

2.5.1. Складати місячний табель роботи водіїв з дотриманням вимог трудового законодавства в частині режиму праці і відпочинку, регулярно контролювати роботу водіїв на лінії, не допускати порушень норм робочого дня.

2.5.2. Контролювати оформлення дорожніх листів.

2.5.3. Вживати необхідні заходи при наявності у дорожньому листі відміток зроблених працівниками ДАІ про порушення, допущені водіями на лінії і інформувати про це службу безпеки руху.

2.5.4. Проводити інструктаж водіїв щодо правил перевезення людей і вантажів, особливості руху, метеорологічні, дорожні та інші умови на маршруті, робити про це відмітки у дорожніх листах і в журналі реєстрації інструктажів.

2.5.5. Контролювати проходження водіями, які не мають досвіду роботи, стажування та закріплення їх за досвідченими водіями.

2.5.6. Забезпечувати перед- та післярейсові медичні огляди водіїв, перевірку посвідчень водіїв перед випуском автомобілів на лінію.

3.2 Правила руху і поведінки пішоходів на дорозі

Пішоходи також, як і водії автомашин, є учасниками дорожнього руху, які повинні дотримуватися правила пішоходів на дорозі.

Діти завжди повинні знати і дотримуватися правил поведінки пішохода на дорозі, бути уважними і зосередженими.

1. Пішоходи повинні завжди йти по тротуарах або спеціальних пішохідних доріжках, при відсутності тротуарів або пішохідних доріжок слід йти по узбіччю дороги проти руху автомобілів. Пішоходи, які везуть або несуть великі предмети, а також люди, які пересуваються в інвалідних візках без двигуна, можуть рухатися по краю проїжджої частини, якщо їх рух по тротуарах або узбіччі створює перешкоди для інших пішоходів.

При відсутності тротуарів, пішохідних доріжок або узбіч пішоходи згідно з правилами руху пішохода на дорозі, можуть рухатися по доріжці для велосипедистів або йти в один ряд по краю проїжджої частини. При русі по краю проїжджої частини пішоходи повинні йти назустріч руху автомобілів. Люди, які ведуть мотоцикл, мопед, скутер, велосипед, повинні слідувати по ходу руху транспортних засобів.

Пішоходам, які рухаються по узбіччю дороги або краю проїжджої частини в темний час доби або в умовах недостатньої видимості рекомендується мати при собі предмети чи одяг зі світлоповертаючими елементами і стежити за тим, щоб ці предмети були помітні водіями автомашин.

2. Групи дошкільнят дозволяється водити тільки по тротуарах і пішохідних доріжках, а при їх відсутності - по узбіччях, але лише у світлий час доби (вдень) з обов'язковим супроводом дорослих.

3. При необхідності перейти проїжджу частину пішоходи, згідно з правилами руху пішоходів на дорозі, повинні переходити її тільки по

пішохідних переходах (зебрі), у тому числі по підземних і надземних переходах.

При відсутності пішохідних переходів будь-яких видів пішоходи повинні переходити через дорогу на перехрестях по лінії тротуарів або узбіч. При відсутності в зоні видимості переходу чи перехрестя дозволяється переходити дорогу під прямим кутом до краю проїзної частини на ділянках дороги без розділової смуги й огорожень. При цьому ділянка переходу проїжджої частини повинна добре проглядатися в обидві сторони.

4. Якщо рух регулюється регулювальником, переходити дорогу слід, керуючись його сигналами. У місцях автодороги, де встановлено пішохідний світлофор, пішоходи повинні керуватися його сигналами, при його відсутності – стежити за сигналами транспортного світлофора.

5. На нерегульованих пішохідних переходах пішоходи можуть вийти на проїжджу частину після того, як переконуються у відсутності рухомих автомобілів або переконуються в тому, що їх швидкість дозволить їм безпечно перейти проїжджу частину. При перетині проїжджої частини без пішохідного переходу пішоходи не повинні виходити з-за стоячого транспортного засобу або іншої перешкоди, що обмежує оглядовість, не переконавшись у відсутності автомашин. Які наближаються.

6. Вийшовши на саму проїзну частину, згідно правил поведінки пішохідів на дорозі, не можна затримуватися чи зупинятися, піднімати річ, яка впала, якщо це не пов'язано із забезпеченням безпеки руху.

Якщо пішоходи не встигли закінчити перехід автодороги, повинні зупинитися на лінії, що розділяє транспортні потоки протилежних напрямків. Продовжити перехід можна в разі, коли ви переконалися в абсолютній безпеці вашого подальшого руху і з урахуванням сигналу світлофора або регулювальника.

7. При наближенні транспортних засобів з включеним синім проблісковим маячком і спеціальним звуковим сигналом пішоходи

зобов'язані утриматися від переходу проїжджої частини і дати дорогу таким транспортним засобам.

8. Очікувати транспортний засіб (маршрутку, автобус, тролейбус або таксі) дозволяється тільки на піднятих над проїжджою частиною посадочних майданчиках, при їх відсутності-на пішохідному тротуарі або на узбіччі. У місцях зупинок маршрутних транспортних засобів, не обладнаних посадочними майданчиками, на проїжджу частину дороги для посадки в транспортний засіб дозволяється виходити тільки після його повної зупинки. Після висадки з транспортного засобу необхідно, не затримуючись, звільнити проїжджу частину дороги.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи проведено дослідження інтенсивності та структури транспортних потоків на перехресті вулиць Протасевича та Довженка у місті Тернопіль. Здійснено аналіз існуючої організації дорожнього руху, визначено основні параметри транспортних потоків, їхню добову та годинну змінність, а також співвідношення різних видів транспортних засобів у загальній структурі потоку.

На основі проведених розрахунків встановлено приведену інтенсивність руху для кожного напрямку на досліджуваному перехресті, що дозволило оцінити реальний рівень завантаження даної ділянки дорожньої мережі. Виявлено, що інтенсивність потоків у години пік перевищує середні показники, що призводить до тимчасових заторів та зниження швидкості руху, особливо на напрямках з недостатньою пропускнуою здатністю.

У результаті моделювання варіантів регулювання дорожнього руху розроблено заходи щодо оптимізації роботи світлофорного об'єкта, вдосконалення розмітки, облаштування пішохідної інфраструктури, а також рекомендації щодо зміни напрямків руху для зниження конфліктності транспортних потоків. Запропоновані рішення спрямовані на покращення пропускнуої спроможності перехрестя, зменшення затримок для транспорту та підвищення рівня безпеки для пішоходів.

Проведений прогноз ефективності впровадження запропонованих заходів свідчить про їх позитивний вплив на загальний стан організації дорожнього руху на перехресті. Очікується зменшення середнього часу затримок, зниження ризику виникнення дорожньо-транспортних пригод та покращення умов пересування для всіх учасників дорожнього руху.

Виконане дослідження підтвердило необхідність удосконалення існуючої системи організації руху на розглянутому перехресті та довело доцільність застосування комплексного підходу до розв'язання проблем дорожньої інфраструктури міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боровик Н.А., Сив'юк Т.С. Якість транспортного обслуговування та попит споживачів транспортних послуг // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 10. - С. 379-382.
2. Аулін В. В., Митник М. М., Ляшук О. Л., Гевко І. Б., Цьонь О. П., Лисенко С. В., Гудь В. З., Гриньків А. В., Голуб Д. В., Бабій М. В. Формування та функціонування логістичних центрів в регіональних транспортно-логістичних системах України: монографія за заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В. В., д.т.н., проф. Ляшука О. Л. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2024. – 393 с.
3. Бабушкін Г. Ф. Оцінка якості транспортного обслуговування пасажирів у містах / Г. Ф. Бабушкін, О. Ф. Кузькін, В. Х. Козирев // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2009. – № 11 (141). – С. 25–27.
4. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. (2021). Підвищення ефективності організації дорожнього руху на нерегульованому перехресті. Розвиток транспорту, (1(8), 125-134. <https://doi.org/10.33082/td.2021.1-8.12>.
5. Боровик Н.А., Сив'юк Т.С. Якість транспортного обслуговування та попит споживачів транспортних послуг // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 10. - С. 379-382.
6. М. В. Бабій, І.В. Паламар, В.А. Бабій. Проблеми організації дорожнього руху при проектуванні вулично-дорожньої мережі. ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ, 2023, 28.
7. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи: для студентів за освітньо-професійної програми "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / уклад.: О.Л. Ляшук, Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, О.П. Цьонь, І.М. Кучвара, М.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин, Н.Б. Гаврон; М-во освіти і науки України, ТНТУ. – Тернопіль:

ТНТУ, 2020. – 60 с.

8. Бабій, М. В.; Киричук, В. І.; Граничка, Р. І. Транспортні проблеми сучасного міста. ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ, 2023, 32.
9. В. О. Дзюра, М. В. Бабій, і А. П. Сташків, « Шляхи оптимізації кількості індивідуального транспорту в обмежених можливостях вулично-дорожньої мережі », ВМТ, вип. 19, вип. 1, с. 46–54, Лип 2024.
10. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвійшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.
11. Біліченко В. В. Проблеми та перспективи розвитку маршрутної мережі пасажирських перевезень у м. Вінниця / В. В. Біліченко. – Вінниця: Наукові нотатки. – 2014. – Вип. 45. – С. 42–47.
12. Babii A., Babii M.(2019) Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.
13. Бабій М.В., Бабій В.А., Мартинчук А.О. Інтелектуальні системи безпеки руху. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем». Кропивницький: ЦНТУ, 2023р. С. 156.
14. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.
15. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.
16. Віниченко В. С. Аналіз факторів і умов, які впливають на якість пасажирських перевезень на міському пасажирському транспорті / В. С. Віниченко, І. Ю. Тарасюк // Комунальне господарство міст : зб. наук. праць. – Серія : Технічні науки та архітектура, 2011. – № 99. – С. 369– 374.

17. Бабій М.В., Долинний А.В., Костюк Є.Р. Постановка основних задач організації перевезень тролейбусним транспортом. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2019. Том 1. С. 159–160.
18. Бабій М.В., Денисюк В.І. Застосування найпростіших трендів для прогнозування товаропотоку автоперевезень на наступний рік. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 18-19.
19. Babii A., Babii M. (2019) Taking impact of oscillation amplitude of bearing frame sections of boom sprayers into account on its resource. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.
20. Лежнева О. І. Рациональна організація руху на маршрутах міського пасажирського транспорту / О. І. Лежнева // Вісник НТУ «ХПІ». – Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 17 (1060). – С. 37 – 42.
21. Бабій М.В. Дослідження раціональної тривалості робочого часу водія. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2016. Том 1. С. 105.
22. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство"/Вінницький держ. техн. ун- т. Вінниця: ВДТУ, 2002. 115с.
23. Бабій М.В., Кучвара І.М. Ключові проблеми безпеки дорожнього руху в Україні. Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти : матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції. Кривий Ріг, 2017. С. 14–16.
24. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine.

Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 105, no 1, pp. 5–12.

25. Мельникова О. П. Модель оцінювання функціонування системи управління якістю на пасажирських автотранспортних підприємствах / О. П. Мельникова, Т. Є. Василенко // Наукові праці ДонНТУ. – Серія: Економічні науки. – Донецьк : ДонНТУ, 2007. – С. 132– 38.

26. Бабій В.А., Гащин В.І., Бабій М.В. Штучний інтелект в системах автоматизованого керування дорожнім рухом. Матеріали XII Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій—”. Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 178.

27. Омаров Д.М. Приклад моделювання роботи міських автобусів на маршруті. Науково-технічний збірник. «Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті». Київ: НТУ, 2016. Вип. 4. С. 38-47.

28. Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів (наказ Міністерства транспорту України від 07.06.2010

29. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.

30. Leshchak, R.L., Babii, A.V., Barna, R.A. et al. Corrosion Resistance of the Coating of the Frame of an Agricultural Sprayer Boom. Mater Sci 58, 2022. 268–273.

31. Бабій М.В., Олійник В.А., Бабій В.А. Використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів при перевезенні пасажирів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики “. Видавець – ФОП Паляниця В.А., 2022. С. 181.

32. Стручок В.С. Навчальний посібник «ТЕХНОЕКОЛОГІЯ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА. ЧАСТИНА «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»». Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 156 с.