

«Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: Оцінка якості організації дорожнього руху на регульованих перехрестях

м. Тернополя

Виконав: студент 6 курсу, групи МНм-61

спеціальності 275 «Транспортні технології»

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Назарук В.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. каф.

(підпис)

Ляшук О.Л.

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри О.Л. Ляшук

«29» вересня 2020 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Назаруку Вадиму Григоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка якості організації дорожнього руху на регульованих перехрестях м. Тернополя

керівник проекту (роботи) Дзюра Володимир Олексійович, к.т.н., доц.

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

затверджені наказом по університету від «29» вересня 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом проекту (роботи) грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Характеристики регульованих перехресть ВДМ міста Тернополя; Кількість транспортних засобів, що Перетинають перехрестя в години «пік».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Теоретичний розділ. 2. Аналітико-дослідницький розділ;

3. Проектно-рекомендаційний розділ; 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки. Перелік посилань.

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

Схема перехрестя пр. Злуки - вул. 15 Квітня; Схема перехрестя вул. Київська - вул. 15 Квітня;

Дослідження параметрів якості організації дорожнього руху на регульованих перехрестях

Моделювання транспортних потоків при утворенні додаткових смуг руху;

Схема руху на удосконаленій ділянці ВДМ;

Моделювання транспортних потоків при перенесенні зупинки громадського транспорту

Альтернативний варіант перехрестя вулиць 15 Квітня – пр. Злуки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	<i>Окіпний І.Б., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Клепчик В.М., ст. викладач</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Теоретичний розділ</i>	<i>15.10.2020</i>	
2	<i>Аналітико-дослідницький розділ</i>	<i>22.10.2020</i>	
3	<i>Проектно-рекомендаційний розділ</i>	<i>05.11.2020</i>	
4	<i>Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>19.11.2020</i>	

Студент _____
(підпис)

Назарук В.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Дзюра В.О.

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Оцінка якості організації дорожнього руху на регульованих перехрестях м.
Тернополя»

Кваліфікаційна робота складається із чотирьох розділів розрахунково-пояснювальної записки формату А4 і 10 слайдів графічного матеріалу.

Кваліфікаційна робота присвячена визначенню показників оцінки якості організації дорожнього руху на регульованих перехрестях міста Тернополя.

В теоретичному розділі роботи розглянуто поняття організації дорожнього руху на регульованих перехрестях, а також критерії оцінки якості організації дорожнього руху. Визначені інтегральні критерії, які оцінюють дорожній рух на регульованих перехрестях.

В аналітико-дослідницькому розділі проведено обґрунтування вибору базового елемента міської регульованої вулично-дорожньої мережі. Проаналізовані математичні моделі оцінки швидкості сполучення та руху в вільних умовах на сегменті вулиці з регульованим рухом.

В проектно-рекомендаційному розділі на основі даних існуючих транспортних потоків проведено моделювання руху для ділянки дороги із 2 смугами руху, моделювання сегментів з 3 смугами руху, моделювання впливу на швидкість сполучення зупинки громадського транспорту.

Розглянуті також питання з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: перехрестя, оцінка, якість, показники, моделювання, критерії, транспортні засоби, організація дорожнього руху, розмітка.

ВСТУП

Автомобільний транспорт увійшов в сучасне життя, забезпечуючи великий обсяг перевезень у всіх сферах людської діяльності. Промисловість, будівельна індустрія, сільське господарство, торгівля не можуть нормально функціонувати без широкого використання автомобілів. Автомобільні перевезення стали невід'ємною ланкою транспортного процесу практично на всіх видах транспорту, так як підвезення вантажів і пасажирів до залізничних станцій, водним і повітряним портам забезпечується головним чином на автомобілях.

Постійно зростає світовий парк автомобілів, і зараз він став наймасивнішим транспортним засобом.

Разом з тим зростають і проблеми пов'язані із збільшення кількості транспортних засобів на вулицях. Значна кількість доріг не була розрахована на таку кількість автомобілів, тому потребує реконструкції. Багато перехресть, які раніше були нерегульованими або саморегульованими у зв'язку з малою кількістю транспорту зараз потребують світлофорного регулювання.

Однак світлофорне регулювання не завжди відбувається якісно, для цього потрібно правильно визначити тривалість світлофорних циклів, а також враховувати особливості вуличної інфраструктури на даній ділянці дороги.

Виникає необхідність розробки критеріїв оцінки якості організації дорожнього руху на таких перехрестях.

Тому питання оцінки якості організації дорожнього руху на регульованих перехрестях м. Тернополя є актуальним і потребує свого вирішення.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Поняття якості організації дорожнього руху	8
1.2. Критерії оцінки якості ОДР	11
1.3. Інтегральні критерії оцінки якості ОДР	13
1.4. Висновки та постановка на кваліфікаційну роботу магістра	14
2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	
2.1. Обґрунтування вибору базового елемента міської регульованої вулично-дорожньої мережі	15
2.2. Обґрунтування критерію оцінки рівня обслуговування транспортних потоків	16
2.3. Математична модель оцінки швидкості сполучення на сегменті вулиці з регульованим рухом	19
2.4. Математична модель оцінки швидкості руху в вільних умовах на сегменті вулиці з регульованим рухом	28
3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	
3.1. Моделювання руху для ділянки дороги із 2 смугами руху	32
3.2. Моделювання сегментів з 3 смугами руху	34
3.3. Моделювання впливу на швидкість сполучення зупинки громадського транспорту	35
3.4. Проект реконструкції вулично-дорожньої мережі на розглядуваній ділянці дороги	37
3.5. Розрахунок вартості реконструкції вулично-дорожньої мережі	41
4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1. Охорона праці на підприємствах автомобільної галузі	44

4.2	Безпека при перевезенні негабаритних вантажів	46
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	50
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	51

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗІДІЛ

1.1. Поняття якості організації дорожнього руху

В останні майже три десятиліття зростання автомобілізації населення України і сусідніх країн супроводжується негативними ефектами. Найважливіше джерело проблем - відставання темпів розвитку вулично-дорожніх мереж (ВДМ) міст від темпів зростання їх автомобільного парку, що призводить до утворення транспортних заторів, падіння швидкості сполучення, збільшення витрат часу на пересування населення, зниження продуктивності автомобільного парку, зростання витрати палива і супутні йому забруднення навколишнього середовища.

Удосконалення організації дорожнього руху (ОДР), покликане вирішувати перераховані вище проблеми [61-62], включає як обов'язковий елемент аналіз і оцінку якості як існуючої, так і проектової ОДР, зокрема:

- оцінку стану дорожнього руху і ефективності його організації;
- оцінку якості реалізації заходів, спрямованих на забезпечення ефективності організації дорожнього руху.

Оцінка якості ОДР передбачає використання відповідних якісних і кількісних критеріїв, розробка яких ведеться, починаючи з 50-х років минулого століття [1, 23]. Аналіз наукових публікацій, нормативних документів і методичних рекомендацій [2-5, 9-12, 25, 30-35, 39, 42] показує, що фахівці застосовують абсолютно різні підходи і методи до оцінки якості ОДР. Відповідно дослідження в цій області відрізняються різноманітністю і одержуваних результатів.

Саме поняття якості ОДР не отримало однозначного визначення і трактують фахівцями по-різному [4, 12, 25, 39, 42, 70, 74].

У країнах СНД поки не існує загальноприйнятої і затвердженої методики оцінки якості ОДР на різних елементах ВДМ, включеної в нормативні документи і керівництва федерального рівня [46, 61-62]. Найбільш часто

вказуються такі складові якості (рисунок 1.1): ефективність ОДР; надійність ОДР; безпеку ОДР; екологічна безпека ОДР [2,3, 33-36, 40, 48-51, 53-56, 87, 95, 129, 131].

Складність оцінки якості ОДР полягає у великій різноманітності елементів, що становлять ВДМ міст і агломерацій, що відрізняються режимами рухами транспортних потоків і характером їх взаємодії, а також застосовуваними методами ОДР, що можна продемонструвати на прикладі тільки автомобільного транспорту (рисунок 1.1.2). Ця обставина є причиною застосування абсолютно різних критеріїв, спеціалізованих на оцінці окремих елементів ВДМ або окремих видів ОДР [76, 75]. Такі критерії можна класифікувати як приватні.

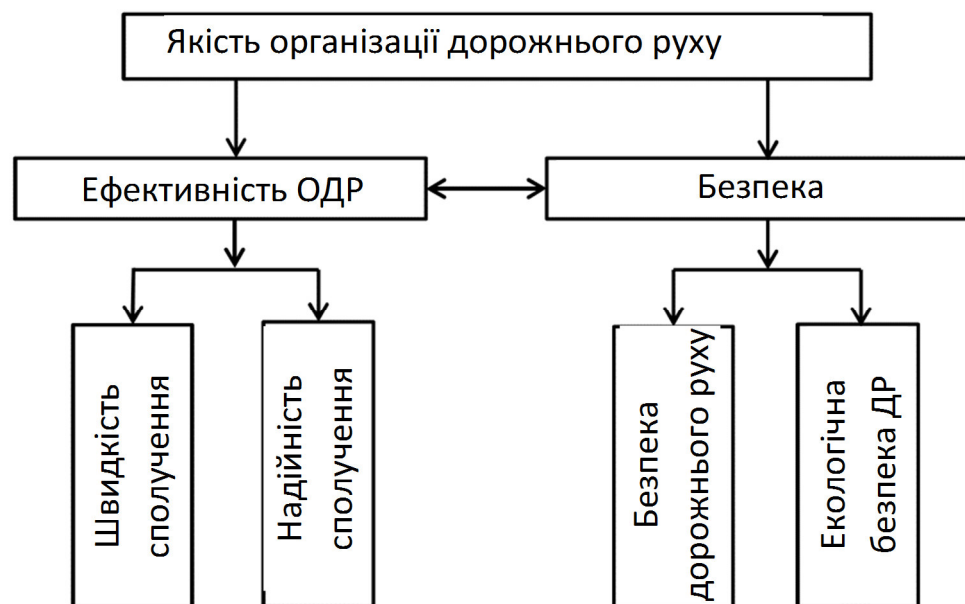


Рисунок 1.1. Структурний подання поняття якості ОДР

Іншим напрямком стало розробка і застосування інтегральних критеріїв оцінки якості ОДР, заснованих на припущенні, що певний критерій тісно кореспондує з декількома приватними критеріями і може їх замінювати. Основним таким критерієм став рівень обслуговування - Level of Service (LOS), який знайшов застосування і в українській практиці, як рівень зручності [69].

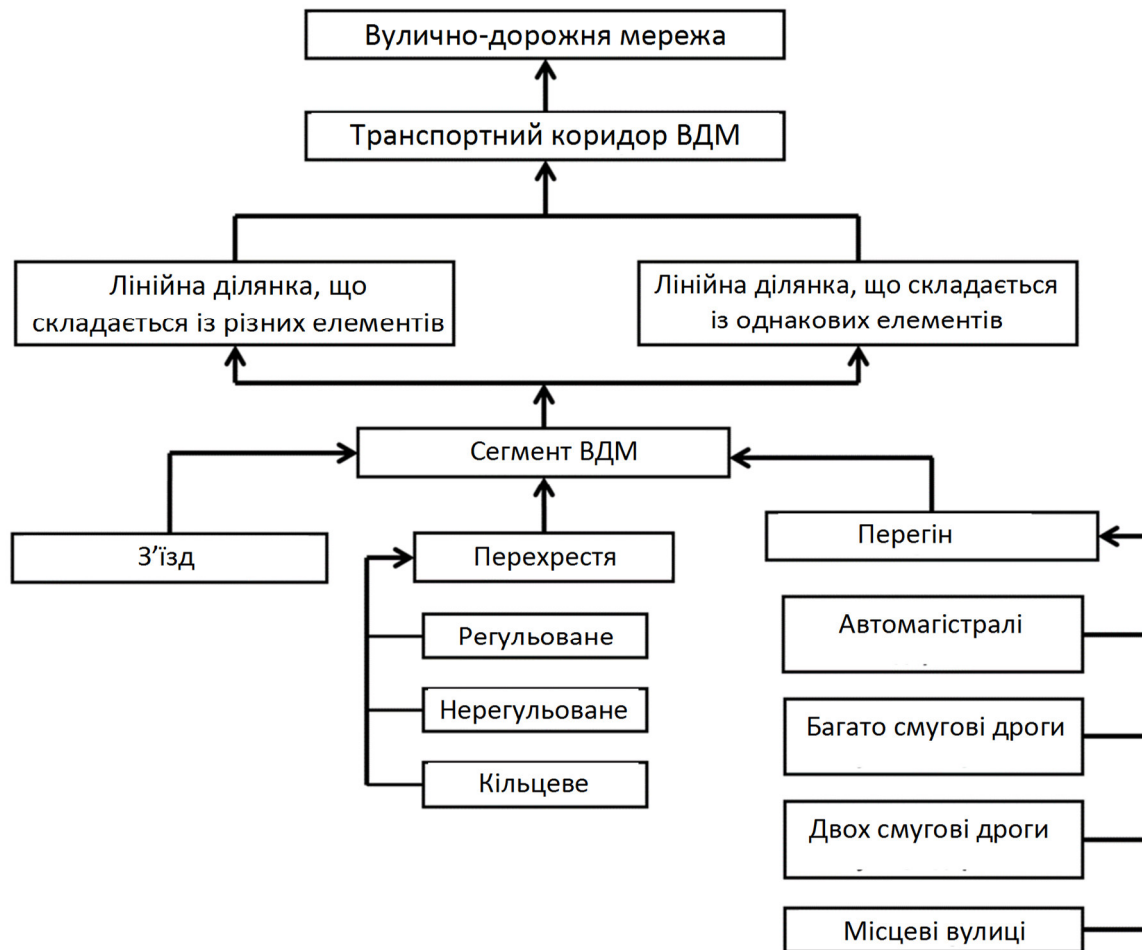


Рисунок 1.2. Елементи ВДМ, для яких здійснюється оцінка якості ОДР і умов руху автомобільного транспорту

Слід також відзначити ще одну новітню тенденцію в області оцінки ОДР. В останньому виданні керівництва НСМ 6 th і заснованому на ньому документах спільно розглядаються:

- якість ОДР - показник рівня обслуговування;
- надійність ВДМ і функціонування ВДМ - критерій засновані на вимірі варіації витрат часу на рух (тимчасової і буферний індекси).

При цьому оцінка якості ОДР і надійності об'єднані в розрахункові процедури, що використовують єдиний набір вихідних даних.

1.2. Критерії оцінки якості ОДР

Практика використання приватних критеріїв породжена різноманітністю завдань і ситуацій при оцінці стану ОДР як на окремих елементах ВДМ, так і на ВДМ в цілому. Піввікову історію розвитку методів оцінки ОДР досліджувалися багато приватних критеріїв, їх систематизація і найбільш детальний аналіз представлений в наступних публікаціях [10, 11, 32, 36, 64, 74-75].

У практиці одним з найважливіших видів проектування ОДР була Комплексна схема організації дорожнього руху (КСОДД). У зв'язку з цим одним із способів систематизації та класифікації приватних критеріїв оцінки якості ОДР стало їх відповідність завданням КСОДД. Такий похід викладено в керівництві [77], в якому критерії групуються щодо трьох завдань КСОДД:

- оцінка стану ОДР;
- виявлення вузьких місць на ВДМ;
- призначення мережевих методів ОДР:

У даній класифікації приватних критеріїв оцінки робився акцент на мережеві методи ОДР, при цьому не розглядалися такі приватні критерії як затримки транспортних засобів і пішоходів на всіх видах перетинів, які широко використовуються в сучасній практиці, вимірюються на місцевості і визначаються розрахунками.

Аналіз спеціальної літератури [10, 11, 30-32, 35, 44, 46] дозволяє стверджувати, що значна частина дослідників з числа приватних критеріїв виділяє величину середньої затримки транспортних засобів, яка кореспондує з сумарною затримкою, витратою палива і рівнем забруднення і тому є найбільш об'єктивним показником якості ОДР.

Приватні критерії, можна розділити на наступні групи:

- економічні показники оцінки стану ОДР;
- показники безпеки дорожнього руху;
- показники екологічної безпеки;
- показники стійкості функціонування ВДМ.

Особливо слід відзначити показник «швидкість повідомлення», який в цьому посібнику розглядається як приватний критерій, але в сучасній практиці ОДР розглядається як інтегральний, оскільки враховує умови руху транспортних потоків як на перегонах вулиць і доріг, так і на всіх видах перетинів в складі ВДМ (затримки регулювання - control delay) [10,11, 30, 44, 45].

Інший підхід до формування системи приватних критеріїв заснований на ідеї, що критерії розробляються для окремих елементів ВДМ і різних видів руху на ВДМ. Один з перших авторів, які працювали в рамках такого підходу В.Е. Peterson, запропонував класифікацію приватних критеріїв. Уже в цій роботі диференційовано розглядається рух транспортних і пішохідних потоків. Надалі принцип диференційованої оцінки різних елементів ВДМ і різних видів руху (транспорт, громадський пасажирський транспорт, пішоходи та велосипедисти) ліг в основу посібників з оцінки пропускнуої здатності HCM 1985, HCM 2000, HCM 2010 HCM 6 th edition і пов'язаних з ними методичних документів [58].

Слід також виділити ще один підхід в кваліфікації приватних критеріїв оцінки якості ОДР. У дослідницькому проекті (NCHRP Report), присвяченому вивченню моделей і методів управління насиченими регульованими ВДМ було виділено дві групи критеріїв:

– «... критерії, які використовуються тільки для опису стану ВДМ - дескриптори ...»;

– «... критерії, які використовуються в процесі управління координованими циклами регулювання ...».

До критеріїв другої групи були віднесені:

– середня і сумарна затримка;

– довжина черги транспортних засобів на підході до перехрестя;

– довжина перегону мінус довжина черги транспортних засобів.

Крім того, в проекті аналізувалося наявність або відсутність будь-якої тісного зв'язку між будь-яким окремим критерієм і іншими критеріями.

Наявність кореляції дозволяє замінити групу показників на один, тобто використовувати його в якості інтегрального критерію, тим самим зменшуючи складність і розмірність оцінки, а також спрощуючи її.

1.3. Інтегральні критерії оцінки якості ОДР.

Поняття «рівень обслуговування. В даний час широкого поширення набуло використання інтегрального критерію оцінки якості ОДР, яким став показник рівня обслуговування (Level of Service - LOS). Методики застосування рівня обслуговування розвивалися більш сорока років у виданнях американського керівництва HCM (Highway Capacity Manual 1950, 1965, 1985, 2000, 2010, 2016) і аналогічного німецького керівництва HBS. В даний час критерії рівня обслуговування охоплюють транспортне планування, проектування транспортної інфраструктури та її експлуатацію. В даний момент критерій рівня обслуговування застосовується для оцінки існуючих умов руху ТП, як в програмах макромодельовання ВДМ, так і в вузькоспеціалізованих програмах мікромоделювання ТП.

Показник рівня обслуговування запозичений з теорії масового обслуговування. Основні характеристики системи масового обслуговування, такі як довжина черги, в певний момент часу, тривалість періоду, в протязом якого вимога очікує обслуговування, середня тривалість перебування вимоги в системі і т.д. вимагають складних обчислень. Тому виникла ідея використовувати для оцінки умов руху використовувати простий показник - коефіцієнт навантаження:

Саме поняття рівень обслуговування вже в ранніх виданнях керівництва HCM було сформульовано як: «... Якісно характеристика, яка виражає такі сукупні фактори, як швидкість руху, час поїздки, уривчастість транспортного потоку, свободу маневрування, безпеку, комфорт і зручність керування транспортним засобами експлуатаційні витрати, створювані дорожнім комплексом при певному обсязі руху »« ... Мета транспортних заходів - обслужити певну кількість вимог з прийнятною якістю обслуговування. Це

якість представляється користувачеві (тобто водієві) у вигляді свободи вибору швидкості і напрямку руху. Водій підпадає під вплив на нього ризику ймовірності відмови вимогу на обслуговування, хоча він безпосередньо не усвідомлює, дії цих факторів. Всі ці якісні показники змінюються як деяка функція відносини інтенсивності руху до пропускної спроможності обслуговуючого об'єкта ... ».

Наведені вище визначення в незмінному вигляді наводяться в наступних виданнях керівництва по оцінці пропускної здатності НСМ.

Спочатку цей критерій був запропонований для перегонів доріг і вулиць.

Поділ на рівні обслуговування мало на меті транслювати численні параметри, що характеризують функціонування автомобільного транспорту і доріг, в більш просту і доступну для розуміння шкалу оцінки. За основу градації рівнів обслуговування був прийнятий коефіцієнт завантаження, який представляє відношення інтенсивності руху до пропускної спроможності.

1.4 Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу магістра

В кваліфікаційній роботі згідно завдання необхідно визначити критерії, за якими можна провести оцінку якості дорожнього руху на регульованих перехрестях.

Завданням кваліфікаційної роботи є проведення оцінки якості дорожнього руху на сегменті вулиці 15 Квітня м. Тернополя із моделюванням варіантів її реконструкції.

2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Обґрунтування вибору базового елемента міської регульованою вулично-дорожньої мережі

В даний час при аналізі функціонування ВДМ і оцінці якості ОДР виділяють два принципових класу транспортної інфраструктури [58]:

- інфраструктура безперервного руху транспортного потоку (Uninterrupted Flow Facility);
- інфраструктура переривається руху транспортного потоку (Interrupted Flow Facility);

У випадку переривається руху транспортного потоку під сегментом приймається поєднання перегону і замикає його перетину будь-якого типу (регульованого, нерегульованого або кільцевого), на якому транспортний потік відчуває затримки (рисунок 2.1) [58].

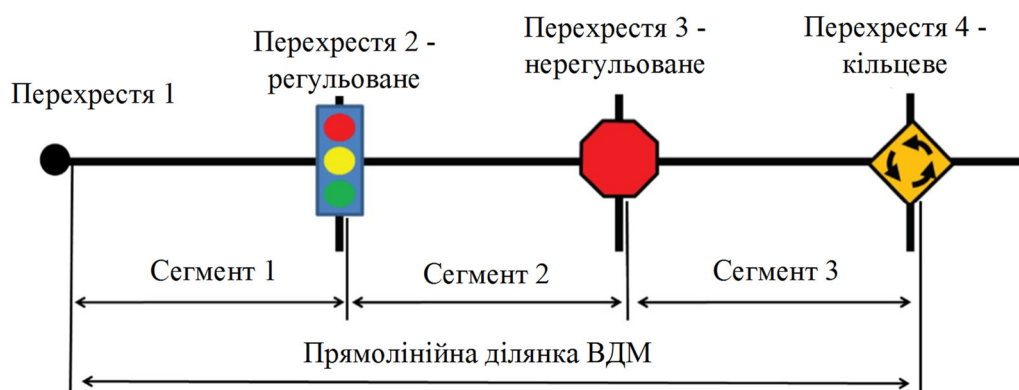


Рисунок 2.1. Типи сегментів міських вулиць і лінійний ділянку ВДМ – інструкція [58]

Незалежно від типу останнього перетину сегмент є базовим елементом узагальненого уявлення ВДМ або її ділянок, оскільки три рівні аналізу ВДМ (Section i Facility, Corridor, Area-wide Analysis), представлених на рисунку 2.2, можуть виконуватися на основі розгляду сегментів.

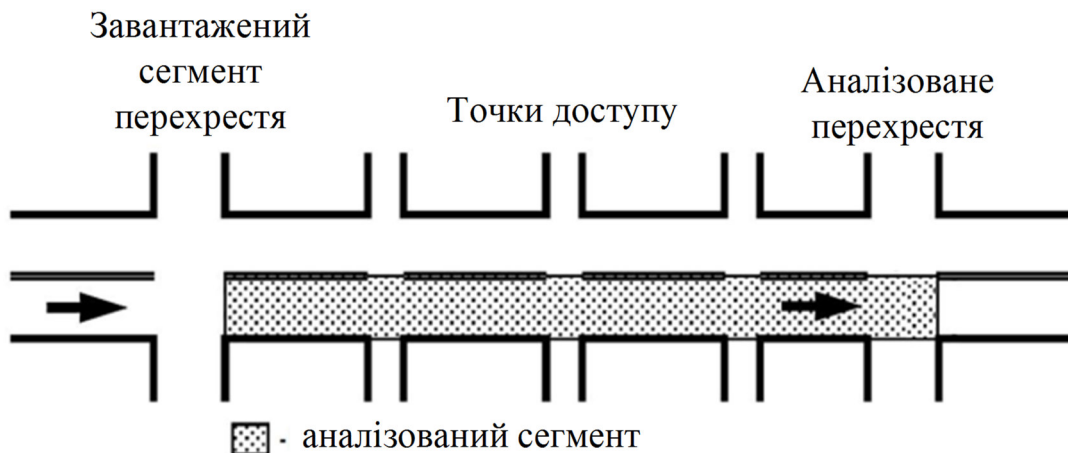


Рисунок 2.2. Узагальнене зображення структури ВДМ

2.2. Обґрунтування критерію оцінки рівня обслуговування транспортних потоків

Сегмент вулиці з регульованим рухом (малюнки 2.2 і 2.3) включає перегін вулиць і замикає його регульоване перехрестя, тому при аналізі умов руху транспортного потоку на ньому враховуються:

- характеристики перегону: інтенсивність руху; дозволена швидкість руху; кількість смуг руху; наявність або відсутність розділової смуги; щільність розміщення точок доступу до проїжджої частини і т.д. ;
- характеристики перетину: тривалість і структура циклу регулювання; кількість смуг руху на підході до перетину і спеціалізації цих смуг.

Розглядається один напрямок руху (рисунок 2.3). Інтенсивність руху в протилежному управлінні враховується, якщо:

- на замикає сегмент перетині лівий поворот здійснюється в конфлікті з протилежним потоком, що рухається в прямому напрямку;
- на даному сегменті дозволені ліві повороти (тобто дозволені повороти до точок доступу, що знаходяться зліва від розглянутого напрямку руху).

У виданнях керівництва НСМ останніх двох десятиліть [58] критерієм оцінки рівня обслуговування транспортних потоків сегментами вулиць

регульованого руху приймалися швидкість повідомлення або її ставлення до швидкості руху в вільних умовах (таблиці 2.1 - 2.3).

У керівництві HCM 2000 вулиці регульованого руху були розділені на чотири класи, відповідно до спостерігаються на них значеннями швидкості руху в вільних умовах S_f (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Градація рівнів обслуговування транспортних потоків на сегменті міської вулиці в керівництві HCM 2000

Рівні обслуговування LOS	Категорія вулиці			
	I	II	III	IV
	Діапазон значень швидкостей у вільних умовах S_f , миль/год			
	55-45	45-35	35-30	30-25
	Типове значення швидкості у вільних умовах S_f , миль/год			
	50	40	35	30
	Швидкість сполучення, S_T , миль/год			
A	42	35	30	25
B	34-42	28-35	24-30	19-25
C	27-34	22-28	18-24	13-19
D	21-27	17-22	14-18	9-13
E	16-21	13-17	10-14	7-9
F	16-21	13-17	10-14	7-9
F	16	13	10	7

Таблиця 2.2 – Градація рівнів обслуговування транспортних потоків на сегменті вужиної мережі в інструкції HCM 2010

Відношення швидкості сполучення S_T базової швидкості руху вільного потоку S_f , %	Рівень обслуговування (LOS) при відношенні інтенсивності руху V_k пропускної спроможності C	
	$V/C < 1,0$	$V/C \geq 1,0$
>85	A	F
>67-85	B	
>50-67	C	
>40-50	D	
>30-40	E	
<30	F	

Таблиця 2.3 – Градація рівнів обслуговування транспортних потоків на сегментах міських вулиць в інструкції HCM 6th Edition

Рівні обслуговування LOS	Граничні значення швидкості сполучення S_T при швидкості у вільних умовах S_f							Співвідношення V/C
	$S_f=55$	$S_f=55$	$S_f=55$	$S_f=55$	$S_f=55$	$S_f=55$	$S_f=55$	
A	>44	<40	>36	>32	>28	>24	>20	$V/C \leq 1,0$
B	>37	>34	>30	>27	>23	>20	>17	
C	>28	>25	>23	>20	>18	>15	>13	
D	>22	>20	>18	>16	>14	>12	>10	
E	>17	>15	>14	>12	>11	>9	>8	
F	≤ 17	≤ 15	≤ 14	≤ 12	≤ 11	≤ 9	≤ 8	
F	Будь-яке значення швидкості сполучення							$V/C > 1,0$

На підставі розглянутих вище матеріалів в даній роботі критерієм оцінки рівня обслуговування транспортних потоків сегментами міських вулиць з

регульованим рухом приймається швидкість повідомлення S_T . Вибір показника S_T обумовлений тим, що він може:

- визначатися аналітично з використанням розрахункових процедур [58];
- вимірюватися на місцевості, з використанням даних, що надходять з бортового обладнання транспортних засобів (GPS треки), в тому числі в режимі реального часу;
- визначатися на основі застосування мікромоделювання при виконанні оцінки проектних рішень.

Для розробки оціночної градації рівнів обслуговування, заснованої на показнику швидкість повідомлення S_T (тобто аналогічної, тієї яка представлена в таблиці 2.3) необхідні:

- математична модель оцінки швидкості повідомлення на регульованому сегменті міської вулиці;
- математична модель оцінки швидкості в вільних умовах на регульованому сегменті міської вулиці;
- типологія регульованих сегментів на основі отриманих значень швидкості руху в вільних умовах.

2.3. Математична модель оцінки швидкості сполучення на сегменті вулиці з регульованим рухом

В інструкціях HCM і роботах, що на них базуються [58] швидкість сполучення на регульованому сегменті S_T (миль/год) розглядається як відношення

$$S_T = \frac{3600 \cdot L_{seg}}{5280 \cdot (t_R + d)}, \quad (2.1)$$

де L_{seg} – довжина сегмента, яка включає перехрещення, фут.;

t_R – тривалість руху при проїзді сегмента, с.;

d – тривалість затримки на перехресті, яким закінчується сегмент, с.

Відповідно повні витрати часу на проїзд сегмента T_T будуть складати.

$$T_T = t_R + d . \quad (2.1)$$

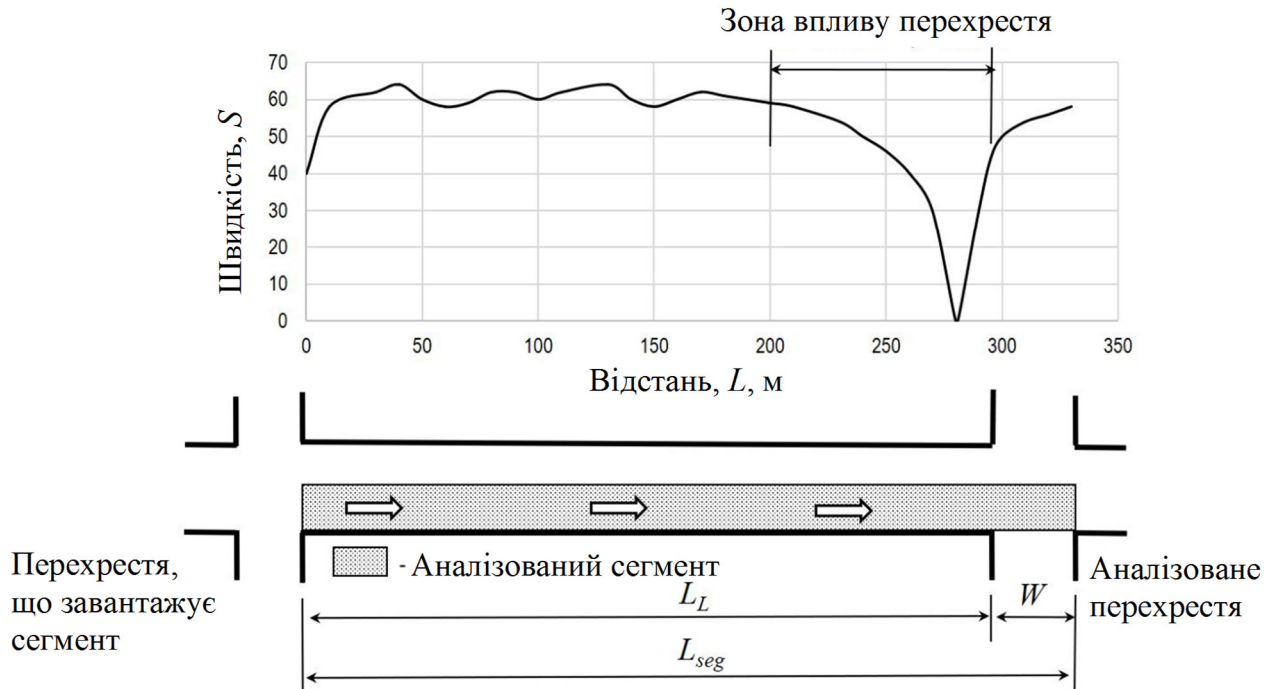


Рисунок 2.3. Графік «Відстань-швидкість руху» на сегменті з регульованим рухом

L_L – довжина перегону; W – протяжність перехрестя.

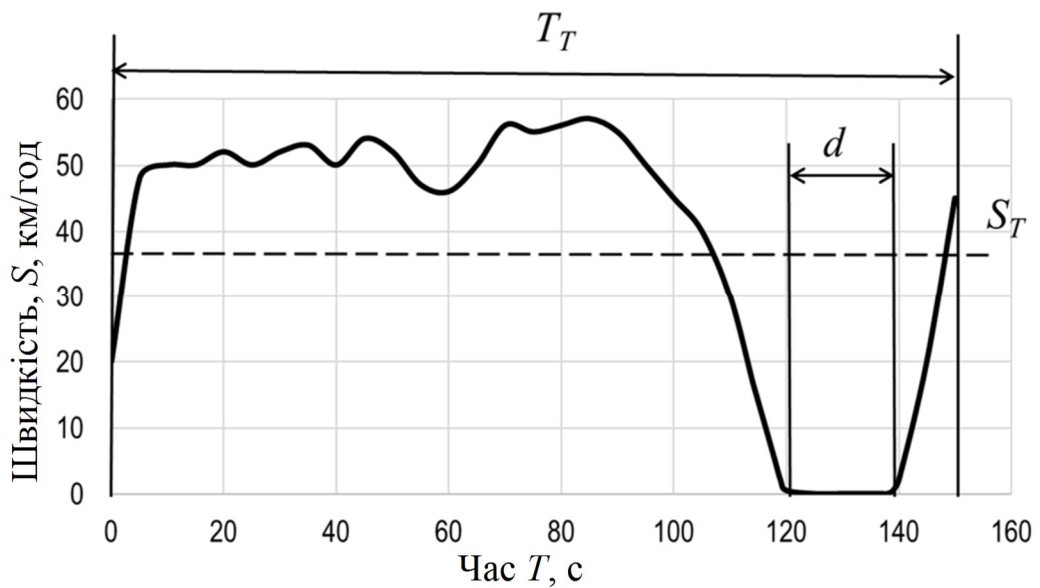


Рисунок 2.4. Графік зміни швидкості при русі транспортного засобу на сегменті міської вулиці з регульованим рухом

При оцінці рівня обслуговування транспортного потоку регульованим сегментом розглядається рух лише у прямому напрямі, при цьому рівень обслуговування лівоповоротного і правоповоротного потоків розглядається окремо. У відповідності до рис. 2.4 середня затримка транспортних засобів, що здійснюють прямий рух через замикаючий сегмент перехрестя, визначається із використанням формули:

$$d_t = \frac{d_{th} \cdot v_t \cdot N_t + d_{sl} \cdot v_{sl} \cdot (1 - P_L) + d_{sr} \cdot v_{sr} \cdot (1 - P_R)}{v_{th}} \quad (2.2)$$

де d_t – середня затримка транспортних засобів, що проїжджають заключний сегмент перехрестя в прямому напрямку, с;

v_{th} – інтенсивність руху в прямому напрямку на замикаючому сегменті, перехрестя, авт./год;

v_t – інтенсивність руху в прямому напрямку на замикаючому сегменті, перехрестя, на смугах виділених лише для руху прямо авт./год;

v_{sl} – інтенсивність руху на смугах суміщеного лівоповоротного і прямого руху, авт/год;

v_{sr} – інтенсивність руху на смугах суміщеного правоповоротного і прямого руху, авт/год;

d_{th} – середня затримка транспортних засобів на смугах, виділених для руху прямо, с;

N_t – кількість смуг, виділених для руху прямо на замикаючому сегменті перехрестя, шт.;

d_{sl} – середня затримка транспортних засобів на смугах суміщеного лівоповоротного і прямого руху, с;

P_L – доля лівоповоротного руху на смугах суміщеного лівоповоротного і прямого руху, %;

P_L – доля правоповоротного руху на смугах суміщеного правоповоротного і прямого руху, %.

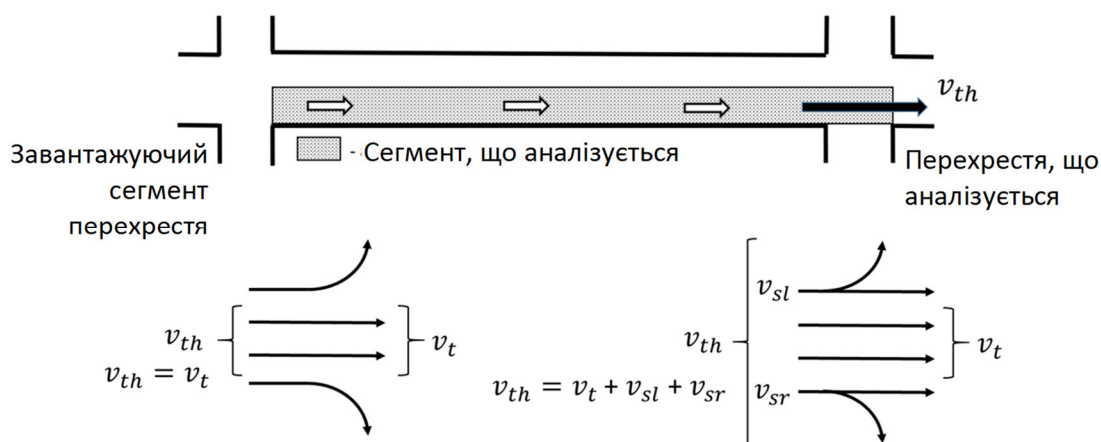


Рисунок 2.5. Транспортні потоки, що враховуються при розрахунку середньої затримки транспортних засобів d_t , що здійснюють прямий рух через замикаючий сегмент перехрестя

Величина середньої затримки d визначається за формулою:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (2.3)$$

d – середня затримка, що викликана організацією дорожнього руху на перехресті, с;

PF – коефіцієнт, що враховує прогресію регулювання, тобто ступінь координації із попереднім перехрестям;

d_2 – додаткова затримка, що враховує випадкове прибуття транспортних засобів до перехрестя, с/од.;

d_3 – початкова затримка, що виникла внаслідок черги транспортних засобів на початку аналізованого перехрестя в початковий момент часу T , с.

Прогресія (якісний стан потоку, що надходить до перехрестя) враховує частку транспортних засобів, що прибувають перехрестя на зелений сигнал і наявність щільних груп автомобілів в потоці. Транспортні потоки прибувають на сегмент з попереднього сегмента, з пересічної вулиці на початку сегмента (лівоповоротні і правоповоротні потоки), а також з точок доступу, розташованих

на сегменті. Тому, навіть в разі координації руху, частина транспортних засобів буде прибувати до замикаючому перехрестя в період червоного сигналу.

Коефіцієнт прогресії PF визначається із залежності:

$$PF = \frac{(1 - P) f_{PA}}{1 - (g/C)} \quad (2.4)$$

P - частка транспортних засобів, які прибули протягом зеленого сигналу світлофора;

g/C - відносна тривалість зеленого сигналу світлофора;

f_{PA} - коефіцієнт, що враховує тип прибуття транспортних засобів до регульованого перехрестя.

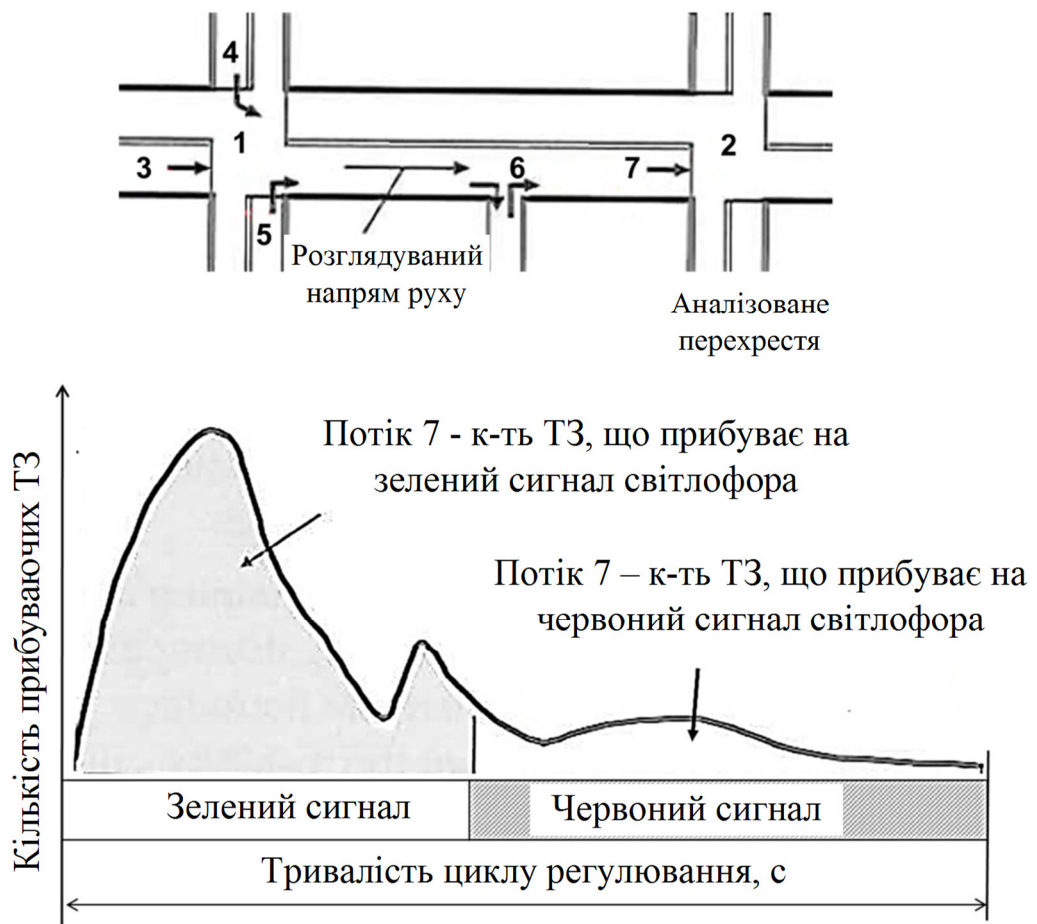


Рисунок 2.6. Схема оцінки прогресії транспортного потоку, що рухається в прямому напрямку через перехрестя: 1 - вхідний сегмент перехрестя; 2 -

замикаючий сегмент перехрестя; 3 - потік, що надходить з попереднього сегмента; 4 і 5 - поворотні потоки, що надходить на сегмент; 6 - потік, що надходить на сегмент з точки доступу; 7 - сумарний потік, що надходить на замикаючий сегмент перехрестя.

Стандартна затримка d_1 , що припускає однаково повторюється прибуття автомобілів до перехрестя (с) визначається із залежності

$$d_1 = \frac{0,5 \cdot C \left(1 - \left(\frac{g}{C} \right) \right)^2}{1 - \left[\min(1, X) \frac{g}{C} \right]} \quad (2.5)$$

де C - тривалість циклу регулювання, с;

g – ефективний час зеленого сигналу світлофора, с;

X - коефіцієнт насичення для групи смуг (тобто v/c – відношення інтенсивності руху до пропускної спроможності).

Додаткова затримка d_2 , що враховує випадковий прибуття транспортних засобів до перехрестя (с) визначається із залежності:

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIX}{cT}} \right] \quad (2.6)$$

де c - пропускна здатність для групи смуг, прив.од/год;

T - тривалість аналізованого періоду, год;

k - коефіцієнт, що враховує вплив параметрів світлофорного обладнання при адаптивному регулюванні на величину додаткової затримки;

I - коефіцієнт, що враховує віддаленість попереднього (у напрямку руху) регульованого перехрестя від розглянутого;

X - коефіцієнт насичення для групи смуг.

Час t_R , що витрачається на рух на сегменті на відміну від розрахованих на замикаючих сегментах перехрестя затримок, визначається наближено. Найбільш простий варіант розрахунку представлений в інструкції HCM 2010

$$t_R = \frac{3600 \cdot L_{seg}}{5280 \cdot S_{pl} + U_{ser} \cdot A_{dj}} \quad (2.7)$$

L_{seg} - довжина сегмента, фути;

S_{pl} - дозволена швидкість руху, миль / год;

$U_{ser} \cdot A_{dj}$ - поправочна величина, що враховує перевищення швидкості руху в умовах вільного потоку на дозволений швидкістю, приймати за замовчуванням 5 миль / год.

Таким чином, вплив щільності потоку на швидкість руху на сегменті у формулі (2.6) не враховується, хоча в інструкціях наводиться коефіцієнт зниження швидкості f , що враховує щільність транспортного потоку

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(\frac{v_m}{52,8 \cdot N_{tr} \cdot S_f} \right)^{0,21}} \quad (2.8)$$

де v_m - обсяг руху на перегоні сегмента, авт / год;

N_{tr} - кількість смуг руху в даному напрямку руху на сегменті;

S_f - швидкість руху в вільних умовах з урахуванням світлофорних об'єктів, миль / год.

З урахуванням впливу інтенсивності руху тривалість пробігу (тобто витрати часу на проїзд сегмента t_R , оцінюються як [58]

$$t_R = \frac{60 - l_1}{0,0025 \cdot L} f_x + \frac{3600 \cdot L}{5280 \cdot S_f} + f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap.i} + d_{other} \quad (2.9)$$

l_1 - стартові втрати часу: на регульованих перехрестях - 2с; на нерегульованих перехрестях - 2,5с;

L - довжина сегмента,

f_x - коефіцієнт, що враховує тип регулювання на завершальному сегмент перетині:

регульовані перетину $f_x = 1$;

нерегульовані перетину - головний напрямок $f_x = 1$;

нерегульовані перетину - другорядне напрямок

$$f_x = \min\left(\frac{v_{th}}{c_{th}}, 1\right); \quad (2.10)$$

v_{th} – інтенсивність руху через сегмент, авт/год;

c_{th} – пропускна здатність перегону сегмента, авт/год;

$N_{ap.i}$ – затримки, викликані лівими і правими поворотами в точки доступу, с.

$$N_{ap.i} = N_{ap.s} + p_{ap.lt} N_{ap.o} \quad (2.11)$$

де $N_{ap.s}$ – кількість точок доступу на сегменті праворуч, від розглянутого напрямку руху;

$N_{ap.o}$ – кількість точок доступу на протилежному боці сегмента (зліва, від розглянутого напрямку руху);

$p_{ap.lt}$ – частка точок доступу, на які може відбуватися лівий поворот з потоку протилежного напрямку;

d_{other} – затримки, викликані додатковими факторами, до яких відносяться зупинки громадського пасажирського транспорту, пішохідні переходи і т.д., с.

Сумарні затримки транспортного засобу Σd_{ap} , що прямує по перегону сегмента, визначаються наближено як добуток кількості створюють перешкоди точок доступу на сегменті $N_{ap.i}$ на середню затримку d_{ap} , дикликану однією точкою доступу. Значення затримок d_{ap} приводяться в інструкціях в табульованих формах:

$$\sum d_{ap} = N_{ap.i} \cdot d_{ap} \quad (2.12)$$

На підставі аналізу наведених вище формул, що входять до складу методики оцінки швидкості повідомлення S_T , можна робити висновок, що найменш точно аналітично визначається тривалість перебування транспортного засобу в русі t_R .

2.4. Математична модель оцінки швидкості руху в вільних умовах на сегменті вулиці з регульованим рухом

Встановлення меж рівнів обслуговування транспортних потоків сегментом міської вулиці і визначення швидкості повідомлення здійснюється з використанням параметра «Швидкість в вільних умовах».

Під швидкістю руху в вільних умовах або швидкістю руху в вільному потоці (Free Flow Speed) розуміється швидкість руху, яку вибирає водій в умовах низької інтенсивності руху, коли взаємні перешкоди транспортних засобів та вплив організації дорожнього руху мінімальні.

Швидкість вільного руху залежить від різних чинників, таких як: характеристики дорожнього покриття, характеристики водія, характеристики транспортного засобу, геометричні характеристики дороги, фактори навколишнього середовища, вплив засобів управління дорожнім рухом та ін. Основні геометричні характеристики сегмента, що впливають на вільну швидкість руху, це кількість смуг руху в даному напрямку, ширина смуг руху,

узбіччя, тип бордюру, довжина сегмента та ін. Основними факторами впливу ОДР на вибір швидкості водієм, є: верхні обмеження швидкості, режими роботи світлофорних об'єктів, наявність нерегульованих пішохідних переходів і засобів заспокоєння руху, дозвіл і заборона на паркування на проїзній частині.

Швидкість руху в умовах вільного потоку повинна визначатися на основі репрезентативних даних, так як вона грає важливу роль в транспортному плануванні, операційному аналізі та оцінці ефективності управління дорожнім рухом. Фахівці в області транспортного планування та оцінки ефективності ОДР, використовують значення швидкості руху в вільних умовах при вирішенні багатьох завдань транспортного моделювання. Крім розглянутої тут завдання оцінки якості ОДР, значення швидкості руху в вільних умовах використовуються в процесі моделювання рівноважного розподілу транспортних потоків на ВДМ.

Оскільки на швидкість вільного потоку впливають багато факторів, очевидно, що модель прогнозування швидкості вільного потоку повинна враховувати численні незалежні змінні, що враховують геометричні характеристики міських вулиць і доріг, а також вплив засобів управління дорожнім рухом. Такі моделі були вже отримані раніше [58], але вони постійно зазнають уточнення за результатами поточних досліджень.

В останніх версіях посібників HCM і заснованих на них роботах модель оцінки швидкості руху в вільних умовах на сегменті міської вулиці має наступний вигляд:

$$S_f = S_{fo} \cdot f_L > S_{pl} \quad (2.13)$$

де S_f – швидкість в умовах вільного потоку, миль/год;

S_{fo} – базова швидкість в умовах вільного пооку, миль/год;

f_L – коефіцієнт, що враховує відстань між світлофорними обектами;

S_{pl} – максимально дозволена швидкість руху, миль/год.

Відповідно:

$$S_{fo} = 25,6 + 0,47S_{pl} + f_{cs} + f_A \quad (2.14)$$

$$f_{sc} = 1,5p_{rm} - 0,47 \cdot p_{curb} - 3,7 \cdot p_{curb} \cdot p_{rm} \quad (2.15)$$

$$f_A = \frac{-0,078 \cdot D_a}{N_{th}} \quad (2.16)$$

$$D_a = \frac{5,28 \cdot (N_{ap.s} + N_{ap.o})}{L - W_i} \quad (2.17)$$

$$f_L = 1,02 - 4,7 \frac{S_{fo} - 19,5}{\max(L_s, 40)} \leq 1,0 \quad (2.18)$$

де f_{sc} – поправка, що враховує характеристики поперечного перерізу, миль / год,
 f_A – поправка, що враховує щільність розміщення точок доступу до проїздної частини, миль / год,

S_{pl} – обмеження швидкості, миль / год,;

p_{rm} – частка протяжності перегону сегмента з розділювальною смугою;

p_{curb} – частка протяжності перегону сегмента з бортовим каменем з правого боку;

$N_{ap.s}$ – кількість точок доступу справа стосовно оскільки він розглядався напрямку руху;

$N_{ap.o}$ – кількість точок доступу зліва по відношенню до оскільки він розглядався напрямку руху;

L – довжина сегмента, футів;

W_i – протяжність перетинаються перехрестя, завершального сегмент, футів;

N_{th} – кількість смуг руху в даному напрямку руху на сегменті;

L_c – відстань від розглянутого переходу до суміжного попереднього переходу, футів;

D_a – щільність розміщення точок доступу, точок / миля.

Слід зазначити, що на практиці пріменялсі і інші моделі оцінки S_f до появи інструкції HCM 2010 Департамент транспорту Флориди (Florida Department of Transportation - FDOT) виявив просту залежність оцінки швидкості руху в вільних умовах на сегментах міських вулиць:

$$S_f = S_{pt} + 5 \quad (2.19)$$

Представлене рівняння (2.4.7) дозволяє просто оцінити швидкість руху в вільних умовах, але вона отримана для дорожніх умов всього одного штату Флорида. Представлена вище методика оцінки швидкості руху в вільних умовах заснована на емпіричних залежностях, розроблених на даних про функціонування регульованих сегментів міських вулиць і доріг США. З цього необхідно обґрунтувати методику оцінки швидкості в вільних умовах, яка буде застосована в виконуваному дослідженні.

3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Моделювання руху для ділянки дороги із 2 смугами руху

Вплив довжини сегмента і розподілу потоків за напрямками руху на замикає сегмент перехресті розглянуто для наступних умов

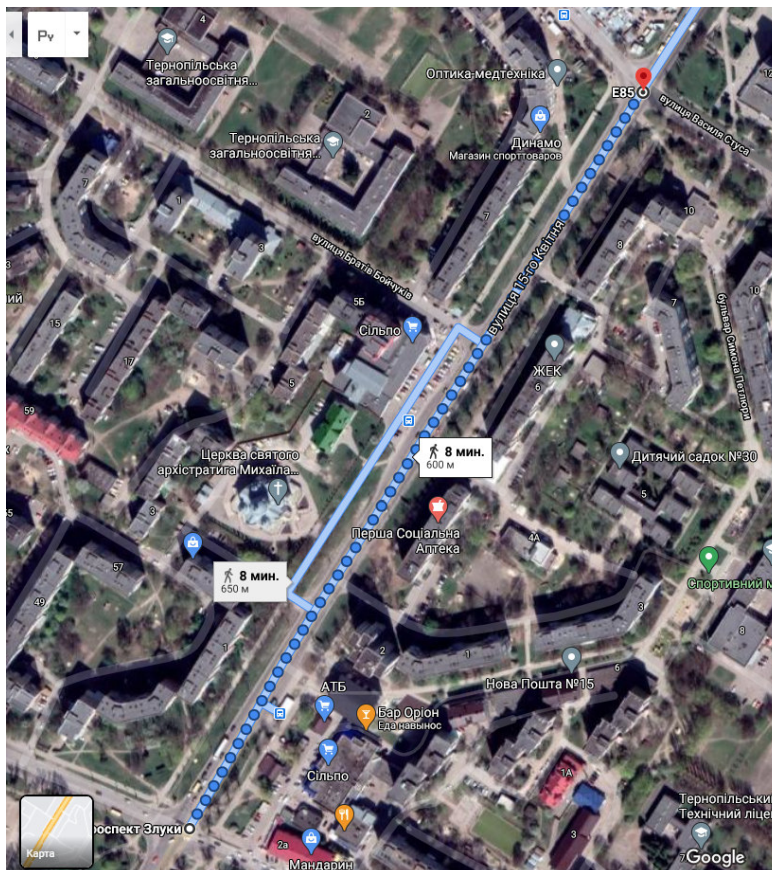


Рисунок 3.1. Сегмент дороги між перехрестями вулицями Злуки-15 квітня та вул. Київська – 15 квітня

Довжина сегменту становить 600 м. Цей сегмент вибраний як один із самих завантажених в місті. Його довжина підходить під моделювання в середовищі Vissim (обмеження в студентській версії складає 1000 м).

На цьому сегменті ВДМ є дві зупинки громадського транспорту, торговий центр, прилягаючі заїзди в двори.

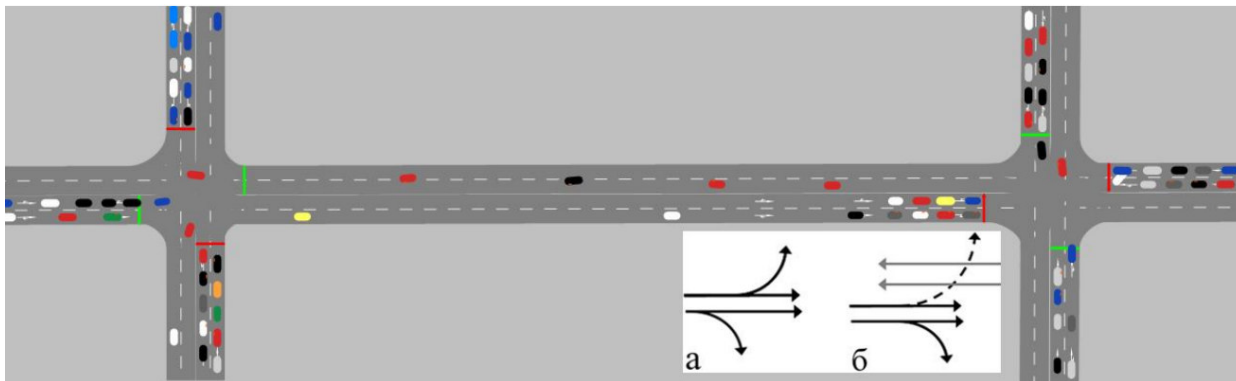


Рисунок 3.2. Розглянуті варіанти фаз регулювання, які обслуговують ТП на замикає 2-х смуговий сегмент перетині: а - без конфлікту лівоповоротного руху з прямим потоком; б - з конфліктом

- двохсмугові сегменти протяжністю від 200 до 2500 м з кроком 100 м;
- фази регулювання з конфліктом лівоповоротного потоку α і без конфлікту (рисунок 3.2);
- тривалість циклу регулювання 90 з і відносна тривалість зеленого сигналу для даного сегмента 40%;
- розподіл ТП на замикає перетині для лівого спрямування α : вправо - 10%; прямо від 80% до 30%; вліво від 10% до 60%;
- розподіл ТП на замикає перетині для змішаного (сума лівого і правого) потоку β : вправо від 10% до 35%; прямо від 80% до 30%; вліво від 10% до 35%;
- розподіл ТП на замикає перетині для правого потоку γ : вліво 10%; прямо від 80% до 30%; вправо від 10% до 60%;
- швидкість руху в вільних умовах 60 км / год;
- інтенсивність руху на перегоні 1620 авт. / год;
- питома інтенсивність руху 810 авт. / год смугу;
- тривалість моделювання 16,6 хв (1000 с).

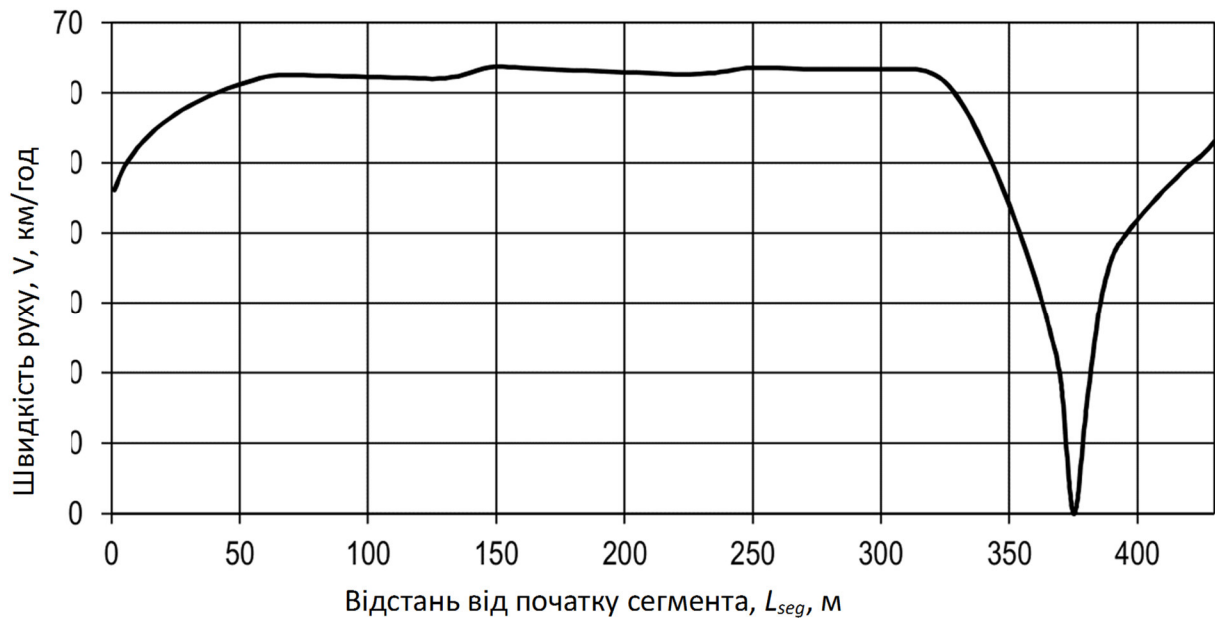


Рисунок 3.3. Динаміка швидкості руху легкового автомобіля на регульованому сегменті, змодельованого за допомогою Vissim

На рисунку 3.3 видно, як моделюється динаміка швидкості руху легкового автомобіля, що змінюється на перегоні сегмента і затримується на замикає перехрестя сегмент. Даний графік описує з високою точністю реальний процес руху транспортного засобу.

3.2. Моделювання сегментів з 3 смугами руху

Вплив довжини сегмента і розподілу потоків за напрямками руху на замикає сегмент перехресті розглянуто для наступних умов (рисунок 3.4):

- трьохсмугові сегменти протяжністю від 200 до 2500 м з кроком 100 м;
- фази регулювання з конфліктом лівоповоротного потоку α і без конфлікту (рисунок 3.4);
- тривалість циклу регулювання 90 з і відносна тривалість зеленого сигналу для даного сегмента 40%;
- розподіл ТП на замикає перетині для лівого спрямування α : вправо - 10%; прямо від 80% до 30%; вліво від 10% до 60%;

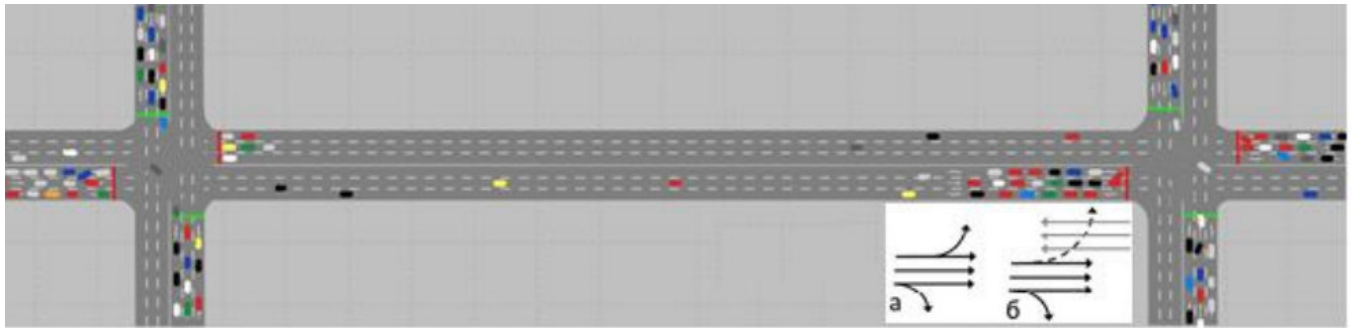


Рисунок 3.4. Розглянуті варіанти фаз регулювання, які обслуговують ТП на замикає 3-х смуговий сегмент перетині: а - без конфлікту лівоповоротного руху з прямим потоком б - з конфліктом

- розподіл ТП на замикає перетині для змішаного (сума лівого і правого) потоку β : вправо від 10% до 35%; прямо від 80% до 30%; вліво від 10% до 35%;
- розподіл ТП на замикає перетині для правого потоку γ : вліво 10%; прямо від 80% до 30%; вправо від 10% до 60%;
- швидкість руху в вільних умовах 60 км / год;
- інтенсивність руху на перегоні 2420 авт. / год;
- питома інтенсивність руху 806 авт. / год смугу;
- тривалість моделювання 16,6 хв (1000 с).

3.3. Моделювання впливу на швидкість сполучення зупинки громадського транспорту

Дослідження впливу інтенсивності руху маршрутного громадського пасажирського транспорту і його зупиночних пунктів виконувалося для наступних умов (рисунок 3.5):



Рисунок 3.5. Двухполосний сегмент, з розташованим на ньому пунктів зупинок пунктом і фазами регулювання з конфліктом лівоповоротного руху на замикає сегмент перетині

- сегменти з 2 смугами руху довгою 200 -1000 м з кроком 100 м;
- інтенсивність руху маршрутного громадського пасажирського транспорту 5 од / год, 10 од / год, 15 од / год і 20 од / год .;
- час очікування автобуса на зупиночному пункті 30 - 60 сек .;
- фази регулювання з конфліктом;
- тривалість циклу регулювання 90 с;
- розподіл ТП на замикає перетині: вправо 20%; прямо 60%; вліво 20%;
- швидкість руху в вільних умовах 60 км / год;
- інтенсивність руху на перегоні 1620 авт. / год;
- питома інтенсивність руху 810 авт. / год смугу;
- тривалість моделювання 16,6 хв (1000 с).

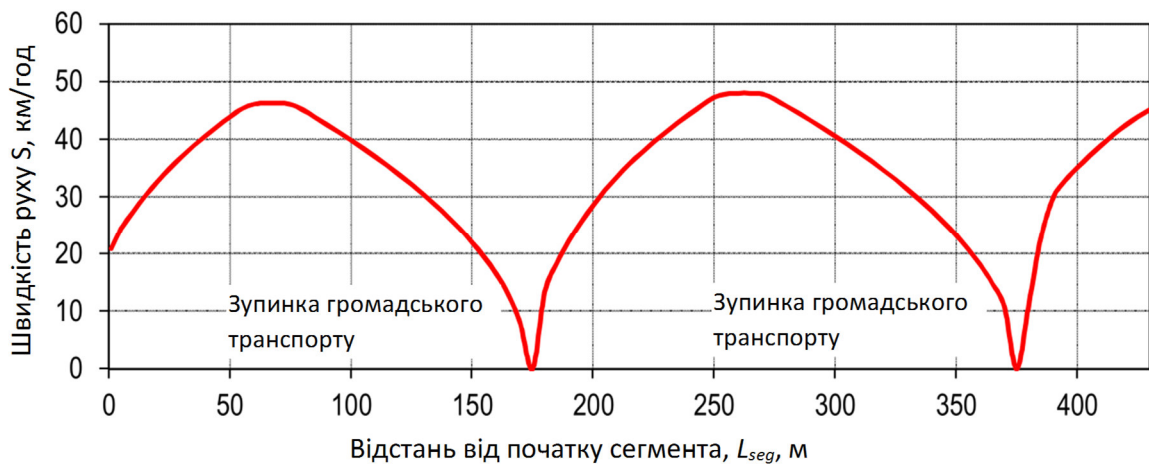


Рисунок 3.5. Діаграми «швидкість руху автобуса - відстань», отримані на основі даних мікро моделювання сегмента, що містить зупинку громадського транспорту і замикає перехрестя з конфліктом руху лівого спрямування, довжина сегмента - 380 м.

З даної діаграми (рисунок 3.5) видно, що швидкість руху пасажирського громадського транспорту знижується при наближенні до зупиночного пункту пасажирського громадського транспорту і на підході до замикаючому сегмента перехрестя. Слід відзначити, що отримані значення швидкості руху автобуса пасажирського транспорту, при використанні VISSIM, найбільш близькі до реального руху громадського транспорту.

3.4 Проект реконструкції вулично-дорожньої мережі на розглядуваній ділянці дороги

Обстеження транспортних потоків та поділ їх за групами, зокрема:

- легкові автомобілі;
- вантажні автомобілі
 - а) малі;
 - б) середні;
 - в) великі;
- автопоїзди;
- автобуси;
- тролейбуси;
- туристичні та міжміські автобуси;
- велосипеди на проїзній частині.

Зразок карти дослідження представлено нижче

Дата, (день. місяць)	Час почат ку обсте	Час закін чення обсте	Час прове дення дослі	П от ік	ГРУПИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЯКІ ПІДЛЯГАЮТЬ ОБСТЕЖЕННЮ				
					Вантажні автомобілі по класам	Громадськи й транспорт	Тури стич	Вело сипе	

	женн я, (год:х в)	женн я, (год:х в)	джен ня, (год:х в)		Лег ков і авт о	Ма ли й	Сер едні й	Вел ики й	Авто поїз д	Авт обус и	Трол ейбус и	ні та між місь кі авто буси	ди на проїз ній части ні
12.09. 2018	16:00	19:00	16:00- 16:15	1	96	2	1			8	1		5
				2	158	11	2			13	4		
			16:15- 16:30	1	83	5	1			10	4		
				2	153	4	2			13	5		
			16:30- 16:45	1	84	1				12	3		
				2	137	4	2			14	4		2
			16:45- 17:00	1	83	4	2			7	4		1
				2	154					9	8		2
			17:00- 17:15	1	96	5				12	3		1
				2	184	3				14	7		3
			17:15- 17:30	1	64	3				8	5		2
				2	152	4	2			11	5		6
			17:30- 17:45	1	72	2	2			6	3		3
				2	144	4	1			14	7		2
			17:45- 18:00	1	87	6	1			10	6		
				2	164	8				17	7		4
			18:00- 18:15	1	97	3				8	6		
				2	204	6	4			11	7		
			18:15- 18:30	1	91	1				13	4		2
				2	162	2				14	7		
			18:30- 18:45	1	68					4	3	1	4
				2	126	12				12	7		2
			18:45- 19:00	1	100	2	1			7	6		4
				2	111	5	1			17	7		2

За результатами обстеження транспортних потоків запропоновано змінити схему організації дорожнього руху на перехрестях із утворенням додаткової лівоповоротної смуги руху.

Розмітка на досліджуваних перехрестях виглядає наступним чином.



а)



б)

Рисунок 3.6. удосконалений варіант дорожньої розмітки із утворенням додаткової лівоповоротної смуги на перехресті вулиць 15 Квітня – пр. Злуки а) з сторони вул. Київська; б) з сторони з сторони Збарзького кільця

Крім цього на цьому перехресті поворот на право здійснюється по «зеленій стрілці», яка дозволяє рух при відсутності транспортних засобів, які здійснюють рух по зеленому сигналі світлофора.



Рисунок 3.7. Додаткова стрілка для розвантаження смуги руху

Всі запропоновані заходи дозволять зменшити простой транспортних засобів на перехрестях та розвантажити одне із найнавантажених перехрестів міста.

Крім цього запропонований альтернативний варіант цього перехрестя, але цей варіант потребує великих капітальних вкладень. Зовнішній вигляд альтернативного варіанту зображено на рис. 3.8.



Рисунок 3.8. Альтернативний варіант перехрестя вулиць 15 Квітня – пр. Злуки

3.5 Розрахунок вартості реконструкції вулично-дорожньої мережі

Економічне обґрунтування розроблених заходів виконуємо шляхом порівняння основних витрат пов'язаних із функціонуванням транспортної мережі для базового та пропонованого варіантів, а також визначаємо строк окупності заходів.

Критерієм ефективності функціонування транспортної мережі обрано мінімум транспортних витрат, то сумарні витрати, пов'язані із функціонуванням мережі для базового та пропонованого варіантів, визначаються за формулою:

$$Z = \sum_{i=1}^p Z_{\text{yot}} \cdot k_t + \sum_{i=1}^p Z_{\text{mpt}} \cdot k_t + \sum_{i=1}^p Z_{\text{kt}} \cdot k_t, \quad (3.1)$$

де Z_{yot} - витрати на утримання доріг в році t розрахункового періоду, грн.;

Z_{mpt} - транспортні витрати в році t розрахункового періоду, грн.;

Z_{kt} - капітальні витрати на реконструкцію транспортної мережі для року t розрахункового періоду, грн.;

k_t - коефіцієнт дисконтування витрат для року t розрахункового періоду;

p - кількість років розрахункового періоду.

Витрати на утримання доріг ($Z_{y\delta}$, грн.) визначаємо за формулою:

$$Z_{y\delta} = \sum_{i=1}^k L_i \cdot C_{y\delta} \quad (3.2)$$

де L_i - довжина побудованих або реконструйованих дуг мережі, км;

$C_{y\delta}$ - витрати на утримання одного кілометра дороги в залежності від кількості смуг руху, грн., $C_{y\delta}=15000$ грн.

$$Z_{y\delta} = 1347,64 \cdot 3,6 \cdot 15000 = 72772560$$

Транспортні витрати визначаємо за формулою:

$$Z_{mp} = \frac{D_k \cdot C_{TP}}{k_H} \quad (3.3)$$

де C_{mp} - транспортні витрати пов'язані із функціонуванням мережі в годину «пік», $C_{mp}=16,75$ грн.;

D_k - кількість днів, $D_k=365$;

k_H - частка добової інтенсивності руху, яка приходить на годину «пік», $k_H=0,1$.

$$Z_{mp} = \frac{365 \cdot 16,75}{0,1} = 61137,5$$

Капітальні витрати на реконструкцію транспортної мережі визначаємо за формулою:

$$Z_{\kappa} = \sum_{i=1}^p L_{ri} \cdot k_{i\kappa m} \quad (3.4)$$

де L_{ri} - довжина побудованих або реконструйованих дуг мережі, приймаємо 17,8 км;

$k_{i\kappa m}$ - норма витрати на будівництво 1 км автомобільної дороги відповідної категорії, $k_{1\kappa m}=1750000$ грн.;

p - кількість побудованих або реконструйованих дуг мережі.

$$Z_{\kappa} = 4 \cdot 17,8 \cdot 1750000 = 124600000$$

Коефіцієнт дисконтування визначаємо за формулою:

$$k_t = (1 + d)^{10} \quad (3.5)$$

де d – норма дисконту.

$$k_t = (1 + 0.25)^{10} = 9.31$$

$$Z = 72772560 \cdot 0,8 + 61137,5 \cdot 0,8 + 124600000 \cdot 0,8 = 157946958 \text{ грн.}$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці на підприємствах автомобільної галузі

Автомобіль є засобом підвищеної небезпеки, а сфера ремонту автомобільного транспорту крім необхідної кваліфікації вимагає певних знань його будови. До таких знань відноситься схема розташування основних вузлів і агрегатів, область ремонтних дій, розрахунок матеріалів при проведенні обслуговування, лінія, на якій буде відбуватися обслуговування чи ремонт, середовище діяльності транспорту, моторний відсік та його будова та інше.

Саме тому встановлення жорстких обмежень в області забезпечення охорони праці є особливим пріоритетом як для державних наглядових служб, так і для комерційних підприємств в цілому, які працюють в даній галузі. Дотримання норм законодавства забезпечує крім контролю роботи окремих співробітників і спеціальних служб установи, мінімізацію негативних виробничих факторів, до яких відносяться нанесення шкоди здоров'ю громадян, що працюють на виробничих лініях, а також виключення порушень законодавства в даній області і виконання вимог державних наглядових і контролюючих служб.

Дотримання норм охорони праці є обов'язковим законодавчим вимогою не тільки федеральних актів, а й нормативів і вимог локальних актів самої установи. Вимоги в частині виконання зобов'язань посадової інструкції повинні виконуватися всіма співробітниками установи. До таких належать:

- використання первинних засобів захисту, і нейтралізація негативних наслідків при виникненні певних загроз;
- надання першої допомоги постраждалим і оповіщення спеціалізованих організацій в разі виникнення таких негативних наслідків;
- дотримання нормативних актів організації в частині правил техніки безпеки.

Порушення в цій галузі тягнуть за собою отримання не тільки дисциплінарних стягнень, а й штрафів з боку державних наглядових установ.

Діяльність на такого роду підприємствах передбачає наявність певного обладнання з високою напругою електричного струму. Фактори ураження струмом і небезпека впливу електрики на працівників підприємства вимагають від керівництва забезпечення особливого контролю обслуговування та утримання таких установок. В обов'язки як штатних працівників з охорони праці, так і службовців, які безпосередньо здійснюють роботи на таких лініях, входить обов'язкове дотримання техніки безпеки та інструкцій щодо поводження з таким обладнанням. Небезпека ураження струмом передбачає наявність певних обов'язків з боку службовців:

- дотримання інструкцій і регламентів щодо поводження з обладнанням;
- застосування первинних засобів захисту в разі наявності небезпеки виникнення нештатної або аварійної ситуації в результаті профілактичних або ремонтних робіт;

- обов'язкове сповіщення вищого керівництва і спеціальних служб в разі виникнення небезпеки прояви негативних або негативних наслідків внаслідок поломки обладнання; надання першої медичної допомоги постраждалим у разі виникнення загрози життю і здоров'ю громадян при ураженні електричним струмом, а також при виникненні опіків серед громадян.

З огляду на суспільну небезпечність такої сфери діяльності державними наглядовими органами здійснюється жорсткий контроль щодо таких підприємств. Контроль проводиться щодо електротехнічного і шиномонтажного обладнання, документації про забезпечення техніки безпеки і правил охорони праці на такому підприємстві. Здійснюється контроль і нагляд проведення ремонтних і профілактичних дій, електробезпека АТП, стан агрегатного устаткування, час випуску техніки після ремонтних робіт, посадові інструкції механіка та інших співробітників, порядок проведення інструктажу серед фахівців, терміни проходження навчання в спеціалізованій школі з отримання нових знань в області охорони праці, весь спектр внутрішньої документації в

частині виконання законодавчих норм безпеки життєдіяльності. Документ за підсумками проведення перевірки надається для виконання керівництву установи.

4.2 Безпека при перевезенні негабаритних вантажів

До негабаритних відносять вантажі, які не можуть бути перевезені у відкритому або закритому кузові колісних транспортних засобів або у контейнерах стандартних розмірів у зв'язку з їх розміром або вагою.

Особливістю негабаритних вантажів є те, що вони завжди є нестандартними, тому вимагають особливого підходу до підготовки для транспортування і самого процесу перевезення, зокрема спеціальної техніки, засобів закріплення вантажу, маршруту, дозвільних документів, супроводу (при необхідності), спеціально навчених водіїв та врахування багатьох інших факторів, які регулюються правилами перевезення правилами перевезення негабаритних і великовагових вантажів.

Негабаритні вантажі поділяються на:

- великогабаритні вантажі – вантажі, один з габаритних розмірів яких, при навантаженні перевищує габаритні розміри автопоїзда;
- довгомірні вантажі – вантажі, які при навантаженні в транспортний засіб виступають більше ніж на 2 м, або сумарна довжина якого перевищує 22 м;
- великовагові вантажі – вантажі, вага яких разом з транспортним засобом перевищує 40 тон, або навантаження на одну з осей, які встановлені законодавством, або один з цих параметрів.

Для здійснення перевезень вантажів водій зобов'язаний мати такі документи:

- документ, що засвідчує дозвіл на використання транспортного засобу;
- посвідчення водія відповідної категорії, реєстраційні документи на автомобіль, товарно-транспортні документи (накладні).

У випадку, коли габаритні або вагові характеристики вантажів перевищують допустимі норми водій зобов'язаний мати дозвіл, який дозволяє рух такого транспортного засобу автомобільними дорогами загального користування. У випадку, якщо перевищення становить менше семи відсотків, то перевізник зобов'язаний сплатити плати за проїзд.

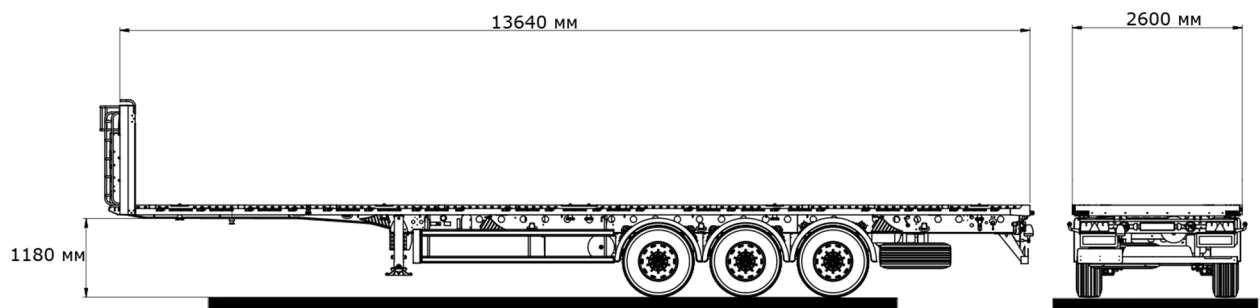
Якщо вантаж має специфічний характер, то до інших документів додають санітарні та ветеринарні сертифікати, що вимагаються правилами перевезення таких вантажів.

Обмеження щодо максимальної допустимої ваги вантажів (разом з вагою транспортного засобу) є однаковою із нормами Європейського законодавства.

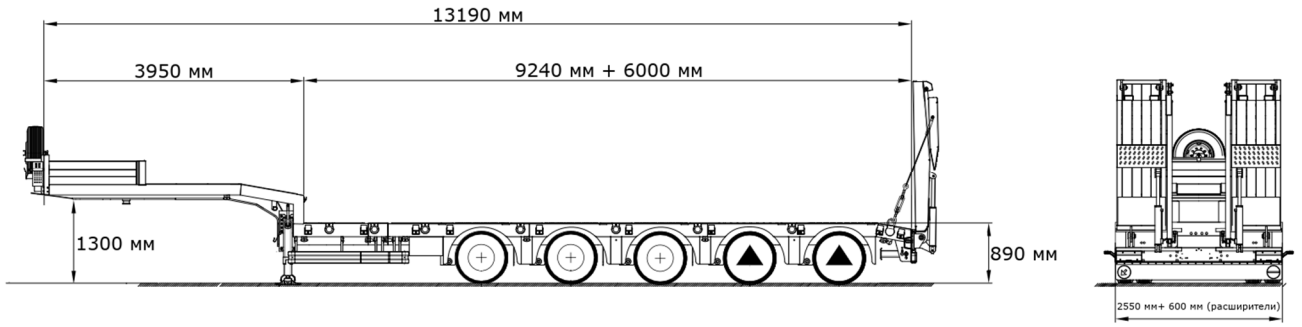
Максимально допустимою вагою для контейнеровозів є вага 44 т, а для транспортних засобів, що рухаються за встановленими МВС спеціальними маршрутами – 46 т. Також слід відмітити, що контролюються і максимально допустиме навантаження на вісь автотранспортного засобу, зокрема на одну вісь воно може становити – 11 т, на спарену – 16 т, на потрійну – 22т.

Підрозділ, який здійснює габаритно-ваговий контроль транспортних засобів називається Укртрансбезпека.

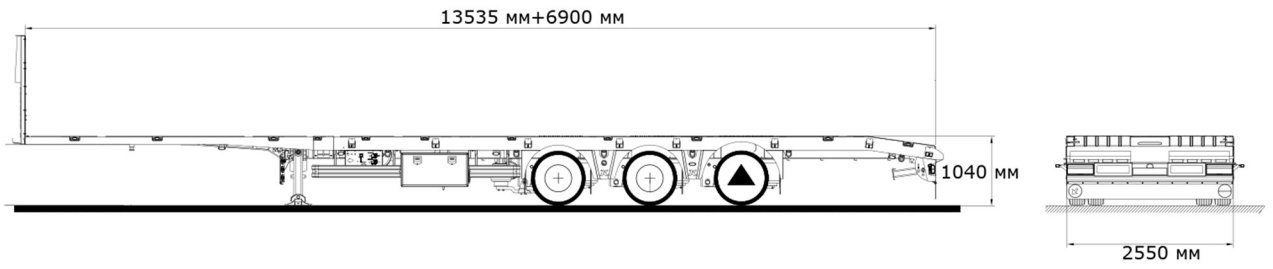
Платформи для перевезення негабаритних вантажів зображено на рис. 4.1.



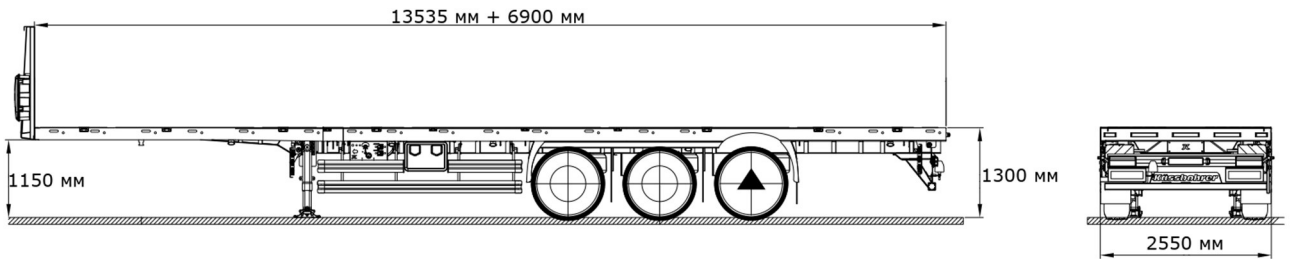
a)



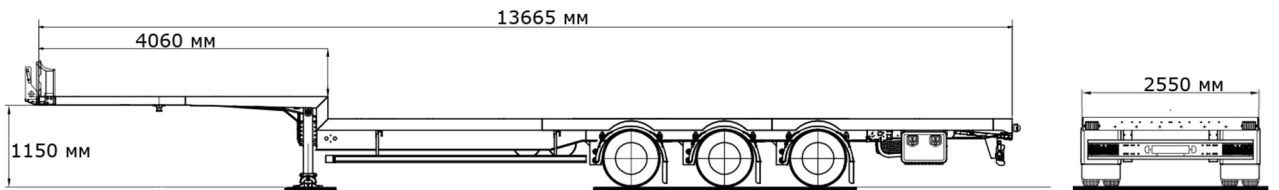
б)



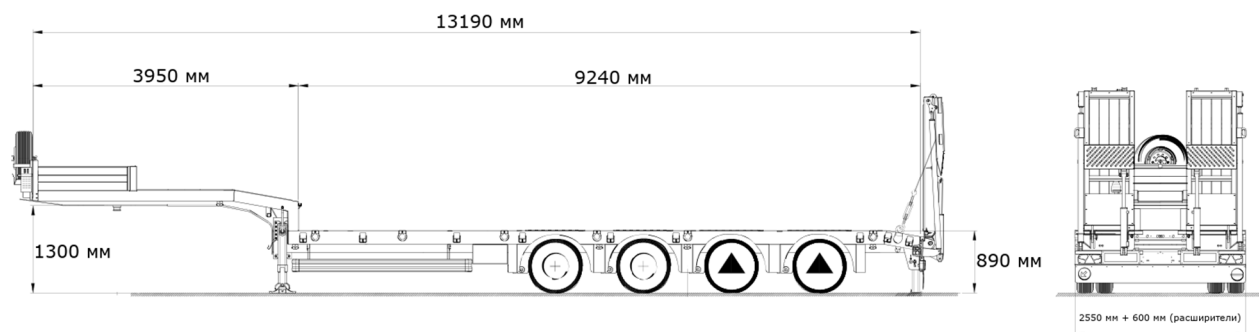
в)



г)



е)



д)

Рисунок 4.1 – Платформи для перевезення негабаритних вантажів:

а) платформа; б) платформа розсувна; в) платформа «Мега»; г) платформа «Максі»; е) платформа «Юмба»; д) платформа «Скоба»

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена визначенню показників оцінки якості організації дорожнього руху на регульованих перехрестях міста Тернополя.

В теоретичному розділі роботи розглянуто поняття організації дорожнього руху на регульованих перехрестях, а також критерії оцінки якості організації дорожнього руху. Визначені інтегральні критерії, які оцінюють дорожній рух на регульованих перехрестях.

В аналітико-дослідницькому розділі проведено обґрунтування вибору базового елемента міської регульованої вулично-дорожньої мережі. Проаналізовані математичні моделі оцінки швидкості сполучення та руху в вільних умовах на сегменті вулиці з регульованим рухом.

В проектно-рекомендаційному розділі на основі даних існуючих транспортних потоків проведено моделювання руху для ділянки дороги із 2 смугами руху, моделювання сегментів з 3 смугами руху, моделювання впливу на швидкість сполучення зупинки громадського транспорту.

Розглянуті також питання з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник: пер. с англ. / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Бахирев, И.А. Оценка условий движения на городских улицах / И.А. Бахирев, А.Ю. Михайлов // Градостроительство. – 2015. – №4. – С. 63-68.
3. Барышев, М.Л. Исследование эффективности автоматизированных систем управления дорожным движением / М.Л. Барышев, В.И. Драчевский, В.Т. Капитанов. – М.: ВНИЦ БД МВД СССР, 1990. – 55 с.
4. Блинкин, М.Я. Системная оценка условий движения на базе модели Германа-Пригожина / М.Я. Блинкин, Б.А. Ткаченко // Социально – экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния. – Екатеринбург: Изд-во АБМ, 2009. – С. 135-143.
5. Богумил, В.Н. Оценка основных параметров транспортных потоков на улично-дорожной сети города на основе обработки навигационных данных городского пассажирского транспорта: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Богумил Вениамин Николаевич. – М., 2011. – 21 с.
6. Богумил, В.Н. Экспериментальные исследования транспортных потоков с использованием навигационных данных (ГЛОНАСС/GPS) диспетчерских систем / В.Н. Богумил, Д.Б. Ефименко // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2011. – №4(59). – С. 3-7.
7. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Учебное пособие для вузов / В.П. Боровиков. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2013. – 288 с.
8. Боровиков, В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере – Для профессионалов. 2-е изд. / В.П. Боровиков. – СПб.: Изд. дом «Питер», 2003. – 688 с.
9. Брайловский, Н.О. Моделирование транспортных систем / Н.О. Брайловский, Б.И. Грановский. – М.: Транспорт, 1978. – 125 с.

10. Верейкин, В. Е. Исследование эффективности использования светофорной сигнализации Текст. / В. Е. Верейкин // Труды. – М.: ВНИИ БД МВД СССР, 1979. – Вып. 4. – С. 71-78.
11. Верейкин, В. Е. К вопросу об оценке эффективности светофорной сигнализации на перекрестках Текст. / В. Е. Верейкин // Труды. – М.: ВНИИ БД МВД СССР. – 1978. – Вып. 3. – С. 58-64.
12. Власов, В.М. Методика оценки показателей «уровней обслуживания движения», адаптированных к городским условиям / В.М. Власов, В.Н. Богумил // Вестник МАДИ. – 2015. – № 4(43). – С. 69-75.
13. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. – М.: Наука, 1966. – 428 с.
14. Горбунов, Р.Н. Анализ влияния периодичности замеров на точность определения временного ТТi и буферного Ib индексов/ Р.Н. Горбунов, З.В. Горбунова, В.С. Колчин, А.Ю. Михайлов, Ж.Т. Пиров // материалы 106-й междунар. науч.-практ. конф. «Безопасность колесных транспортных средств в условиях эксплуатации», Иркутск, 23-26 апреля 2019 г. – Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2019. – С. 667-676.
15. Горбунов, Р.Н. Анализ влияния периодичности проведения измерений на точность определения временного и буферного индексов / Р.Н. Горбунов, З.В. Горбунова, А.Ю. Михайлов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 7. – С. 103–111.
16. Горбунов, Р.Н. Оценка качества функционирования улично-дорожных сетей на основе данных систем ГЛОНАСС/GPS / Р.Н. Горбунов, Ж.Т. Пиров // материалы V междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры». – Казань: Центр инновационных технологий, 2018. – С. 104-108.
17. Горбунов, Р.Н. Оценка уровня обслуживания на основе критериев надежности / Р.Н. Горбунов, А. Ю. Михайлов, Ж.Т. Пиров // ВЕСТНИК ИрГТУ. – 2017. – №8. – С. 188-194.

18. Горбунов, Р.Н. Уровень обслуживания как показатель надёжности улично-дорожной сети / Р.Н. Горбунов, З.В. Горбунова, А.Ю. Михайлов // Мир транспорта. – 2018. – №4(77). – Т. 16. – С. 194-203.
19. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Введ. 01.01.2006. – М.: Стандартиформ, 2005. – 42 с.
20. Демиденко, Е.З. Линейная и нелинейная регрессия / Е.З. Демиденко. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 302 с.
21. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир, 1980. – 510 с.
22. Драйпер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Драйпер, Г. Смит. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 366 с. Дрю, Д. Р. Теория транспортных потоков и управления ими. / Д. Р. Дрю – М.: Транспорт, 1972. – 415 с.
23. Зырянов, В.В. Критерии оценки условий движения и модели транспортных потоков / В.В. Зырянов. – Кемерово: Изд-во Кузбасского политехнического института, 1993. – 164 с.
24. Иносэ, Х. Управление дорожным движением / Х. Иносэ, Т. Хамада. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
25. Иркутск опустился на 14 место в рейтинге уровня заработной платы среди городов России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irk.ru/news/20191007/salary> (Дата обращения: 20.01.2019).
26. Календарь праздничных и выходных дней в Таджикистане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://tj.sputniknews.ru/infographics/20191204/1030336912/kalendar-prazdniki-tajikistan-2020.html> (Дата обращения: 20.01.2019).
27. Калужский, Я.А. Применение теории массового обслуживания в проектировании автомобильных дорог / Я.А. Калужский, И. В. Бегма, Э. В. Гаврилов. – М.: Транспорт, 1976. – 89 с.

28. Капитанов, В.Т. К вопросу транспортных задержек на изолированном перекрестке / В.Т. Капитанов, С.В. Шауров // ВНИИ БД МВД СССР. – 1985.– С. 142-153.
29. Капитанов, В.Т. Методика расчета светофорного цикла / В.Т. Капитанов С.В. Шауров. – М.: Изд-во ВНИИ БД МВД СССР, 1979. – 49 с.
30. Капитанов, В.Т. Управление транспортными потоками в городах / В.Т. Капитанов, Е.В. Хилажев. – М.: Транспорт, 1985. – 94 с.
31. Кисляков, М.В. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов / М.В. Кисляков, В.В. Флипов, И.А. Школяренко. – М.: Транспорт, 1979. – 200 с.
32. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: т Учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 1997. – 230 с.
33. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец. – М.: Транспорт, 1990. – 254 с.
34. Левашев, А.Г. Проектирование регулируемых пересечений: учеб. Пособие / А.Г. Левашев, А.Ю. Михайлов, И.М. Головных.– Иркутск: Изд-во, ИрГТУ, 2007. – 208 с.
35. Лобанов, Е.М. Проектирование и взыскания пересечений автомобильных дорог / Е.М. Лобанов, В.М. Визгунов.– М.: Транспорт, 1972. – 239 с.
36. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов / Е.М. Лобанов.– М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
37. Мартынова Е.С. Оценка уровней обслуживания движения транспортных потоков на основе нечетких экспертных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Мартынова Екатерина Сергеевна. – Орел, 2011. 20 с [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://oreluniver.ru/public/file/defence/a_Martynova_Ekaterina_Sergeevna_28.02.2019.pdf (Дата обращения: 21.11.2019).

38. Методы оценки эффективности мероприятий по повышению транспортно-эксплуатационных качеств, дорог и безопасности движения / В. Ф. Бабков, О. А. Дивочкин, В. И. Пуркин и др. – М.: Высш. школа, 1971. – 175 с.
39. Михайлов, А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов / А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с. (С. 224).
40. Михайлов, А.Ю. Современные методы оценки качества организации дорожного движения в городах. / А.Ю. Михайлов, А.Г. Левашев, М.И. Шаров // Иркутск, 2015. 218 с. Деп. в ВИНТИ РАН 31.03.2015, № 64 – В2015.
41. Михайлов, А.Ю. Интегральный критерий оценки качества функционирования улично-дорожных сетей / А.Ю. Михайлов // Известия ИГЭА. – 2004. – №2(39). – С. 50-53.
42. Москалева, Т.В. Исследование области эффективного применения принудительного регулирования движение на пересечениях магистральных улиц: дисс. ... канд. техн. наук. / Москалева Тамара Владимировна. – Ленинград, 1970. –206 с.
43. Москалева, Т.В. К вопросу о целесообразности введения светофорного регулирования на пересечениях улиц / Т.В Москалева // В кн.: тез. докл. конф. «Проблемы безопасности движения автомобильного транспорта и городского электротранспорта». – Москва, 1970. – С. 32-36.
44. Пиров Ж.Т. Оценка качества организации дорожного движения на регулируемых сегментах улично-дорожных сетей.: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Пиров Жахонгир Тиллоевич. – Иркутск, 2020. – 221 с.
45. Пиров, Ж.Т. Анализ организации дорожного движения в городе Душанбе / Ж.Т. Пиров, А.М. Умирзоков, А.А. Соибов, Х.Б. Хусейнов // Вестник ИрГТУ. – 2017. – № 6. – С. 142-148.
46. Пиров, Ж.Т. Некоторые экологические требования к организации дорожного движения в городах Республики Таджикистан / Х.Б. Хусейнов, Ж.Т. Пиров, С.С. Тагоев // Новые технологии - нефтегазовому региону материалы

Междунар. науч.-практ. конф. Тюмень, 16-20 мая 2016 г., Изд-во: Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 2016. – С. 268-271.

47. Пиров, Ж.Т. Об оценке и пути снижения экологической нагрузки в транспортной системе г. Душанбе / Ж.Т. Пиров, С.Х. Файзов, Ш.Р. Охунов // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Транспортная инфраструктура Сибирского региона». Иркутск. Изд-во: ИрГУПС. – Иркутск, 2018 – С. 256-269.

48. Пиров, Ж.Т. Об оценке и регулировании загрязнения окружающей среды выбросами автотранспорта г. Душанбе /Ж.Т. Пиров, А.Ю. Михайлов //«Безопасность - 2018» материалы докладов XXIII Всероссийской студенческой научно-практической. конф. с междунар. участием «Проблемы экологической и промышленной безопасности современного мира». Иркутск, 24-27 апреля 2018 г. Изд-во: ИРНТУ. – Иркутск, 2018. – С. 20-22.

49. Пиров, Ж.Т. Особенности работы системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» в республике Таджикистан / С.С. Сайдуллозода, К.Т. Мамбеталин, Ж.Т. Пиров // Материалы десятой научной конференции аспирантов и докторантов. Челябинск, 06-07 февраля 2018 г. Изд-во: Издательский центр ЮУрГУ. – Челябинск, 2018. – С. 65-70.

50. Пиров, Ж.Т. Оценка уровня обслуживания на сегментах УДС на основе данных поступающих ГЛОНАСС/GPS / Ж.Т. Пиров // Материалы X междунар. науч.-практ. конф. «Транспортная инфраструктура Сибирского региона». Изд-во: ИрГУПС. – Иркутск, 2019. – С. 95-100.

51. Пиров, Ж.Т. Оценка уровня обслуживания на сегменте городских улиц / Ж.Т. Пиров, Р.Н. Горбунов //Сборник статей I Всероссийской науч.-практ. Конф дорожников «Актуальные вопросы дорожного строительства в суровых условиях». Чита ,06-декабря. Изд-во: Забайкальский государственный университет. – Чита, 2018. – С. 45-49.

52. Пиров, Ж.Т. Оценка скорости движения в свободных условиях для определения уровня обслуживания транспортных потоков на сегментах городских улиц и дорог / Ж.Т. Пиров, А.Ю. Михайлов // Вестник МАДИ. – 2019. – № 2 (57). – С. 16-25.

53. Пиров, Ж.Т. Состояние организации дорожного движения и совершенствование транспортной системы (на примере г. Душанбе) / Ж.Т. Пиров // Безопасность колёсных транспортных средств в условиях эксплуатации: Мат-лы 99-й Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 20-22 апреля 2017 г., Изд-во: ИРННТУ – Иркутск, 2017. – С. 513-519.

54. Пиров, Ж.Т. Сегмент при оценке качества организации дорожного движения на УДС (на примере г. Душанбе) / Ж.Т. Пиров // Материалы XII Национальной науч.-практ. конф. с международным участием «Организация и безопасность дорожного движения». г. Тюмень. Изд-во: Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 2019. – С. 289-294.

55. Пиров, Ж.Т. Состояние дорожно-транспортного травматизма в республике Таджикистан / Ж.Т. Пиров, Т.А. Копылова, Р.Н. Горбунов // Вестник ИрГТУ.– 2017. – № 3 – С. 155-165.

56. Полтавская, Ю.О. Использование бортового оборудования подвижного состава для оценки надежности функционирования маршрута / Ю.О. Полтавская, Н.Н. Полежаев, А.Ю. Михайлов // Вестник ИрГТУ.– 2017. – №1 (21). – С. 225-233.

57. Полтавская, Ю.О. Сегмент городской улицы при оценке качества функционирования городского общественного пассажирского транспорта / Ю.О. Полтавская, А.Ю. Михайлов // «Шаг в будущее: теоретические и прикладные исследования современной науки»: Материалы VIII молодежной науч.-практ. конф студентов, аспирантов и молодых учёных, 18-20 июля 2015 года, г. Санкт-Петербург. – North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2015. – С. 40-43.

58. Пиров Ж.Т. Оценка качества организации дорожного движения на регулируемых сегментах улично-дорожных сетей: дисс. ... канд. техн. наук. / Пиров Жахонгир Тиллоевич. – Иркутск, 2020. –221 с.

59. ДСТУ 2587-94 Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Метод контролю. Правила застосування

60. ДСТУ 2735-94 Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Вимоги безпеки дорожнього руху

61. Румянцев, Е.А. Изучение состояния городской транспортной системы в критических ситуациях на примере модели с «плавающим» автомобилем / Е.А. Румянцев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – ИрГУПС. – 2012. – №2 (34). – С. 159-162.
62. Румянцев, Е.А. Об эффективности критериев для оценки условий движения транспортных потоков / Е.А. Румянцев, А.Ю. Михайлов // Материалы IX Международной конференции «Организация безопасности дорожного движения». Санкт-Петербург, сентябрь 2010 г. Изд-во: СПб – Санкт-Петербург, 2010. – С. 121-123.
63. Румянцев, Е.А. Совершенствование методов оценки качества организации дорожного движения с использованием автомобильных навигационных систем: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Румянцев Евгений Александрович. – Иркутск, 2013. – 148 с.
64. Сборник 9.7. «Математическое моделирование транспортных потоков с применением специализированных программных продуктов. МРР-9.7-16»: утв. приказом Комитета города Москвы по ценовой политике в строительстве и государственной экспертизе проектов от 29 декабря 2016 г. N МКЭОД/1675. – 2017. – 14 с [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456036086> (Дата обращения: 10.02.2019).
65. Сербер, Д. Линейный регрессионный анализ / Д. Сербер. – М.: Мир, 1980. – 456 с.
66. Сильянов, В.В. Пропускная способность автомобильных дорог / В.В. Сильянов, Е.М. Лобанов, Ю.М. Ситииков, Л.Н. Сапегин. В – М.: Транспорт, 1972. – 152 с.
67. Сильянов, В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации дорожного движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
68. Ткаченко, Б.А. Оценка качества организации движения на улично-дорожной сети: сб. науч. трудов МАДИ / Б.А. Ткаченко // Проблемы качества

работы и эффективности автомобильного транспорта. Изд-во: МАДИ – Москва, 1985. – С. 96-98.

69. Указания по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах (ВСН 25-76) / Минавтодор РСФСР. Транспорт, 1977. – 176 с.

70. Указания по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах (ВСН 5-85) / Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1988. – 183 с.

71. Хрусталеv, Д. GPS – взгляд изнутри. Спутниковая навигация и принципы построения приёмников GPS и ГЛОНАСС / Д. Хрусталеv // Компоненты и Технологии. – 2001. – № 15. – С. 118-120.

72. Шаров, М.И. Унификация методов оценки качества проектирования улично-дорожных сетей, качества организации дорожного движения и оценки результатов транспортного моделирования / М.И. Шаров, А.Ю. Михайлов // Транспортное планирование и моделирование: сб. трудов междунар. науч.-практ. конф. 26-27 мая 2016 г. СПбГАСУ. – СПб., 2016 – С. 96-100.

73. GPS Accuracy // GPS.GOV: Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/> (Дата обращения: 22.03.2017).

74. You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)

75. Gundolf, J. Impact of Different Lengths of Urban Road Segments on Speed-Volume Relationship / Gundolf, J. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-43985-3_15

76. Hall, R. W. Buses as a Traffic Probe: Demonstration Project / R. W. Hall, N. Vyas // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1731, 2000. – P. 96-103.

77. HCM – Sixth Edition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trafficconf.com/presentations/2016/Highway%20Capacity%20Manual%20Update%202016.pdf>.

78. Herman, R. A Two-Fluid Approach to Town Traffic / R. Herman, I. Prigogine // Science. – 1979. – Vol. 204. – P. 148-151.

79. Highway Capacity Manual 2000 // TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2000. – 1134 p.

80. Highway Capacity Manual 2010 // TRB, National Research Council, Washington, DC, 2010. – 1475 p.

81. Hong, S.Y. Analysis of tow-fluid model using GPS data / S.Y. Hong, C. Lee, S.B. Chung, S.Y. Kho // Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2005. – Vol. 6. – P. 560-572.