

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРОМАДСЬКОГО
ТРАНСПОРТУ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА
ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ
СПЕЦІАЛЬНИХ СМУГ РУХУ НА ДІЛЯНЦІ ПРОСПЕКТУ КОЦЮБИНСЬКОГО

Виконав: студент 2 курсу, групи 1ТТ-19мз
спеціальності 275 – Транспортні технології (за
видами) за спеціалізацією 275.03 – Транспортні
технології (на автомобільному транспорті)
Макогонюк Ю. М. _____

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

Кужель В.П. _____

« ____ » _____ 2021 р.

Рецензент: _____

« ____ » _____ 2021 р.

Робота допускається до захисту
В.о. завідувача кафедри АТМ
д.т.н, професор Макаров В.А _____
« ____ » _____ 20__ р.

Вінниця ВНТУ – 2021 року

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітня програма – «Транспортні технології на автомобільному транспорті»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри АТМ
д.т.н., професор Макаров В.А.

« » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Макогонюку Юрію Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху на ділянці проспекту Коцюбинського,
керівник роботи Кужель Володимир Петрович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом ВНТУ від «09» березня 2021 року № 64.

2. Строк подання студентом роботи: 28.05.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна, м. Вінниця; досліджуване підприємство і моделі АТЗ – комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»: автобуси: Богдан А70132 – 30 од., Богдан А70130 – 4 од., Богдан А70110 – 16 од. ЛАЗ – А183 – 8 од.; АТАМАН (ISUZU) А092G6 – 10 од.; об'єкт дослідження: процеси функціонування та перспективні методи організації руху міського пасажирського транспорту; похибка моделювання досліджуваних показників не більше – 10%.

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

1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

2 Теоретичні дослідження взаємодії громадського та приватного видів транспорту.

3 Розробка рішень щодо поліпшення руху громадського транспорту загального користування.

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1-3 Тема, мета та завдання роботи, об'єкт та предмет дослідження, наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

4 Апробація результатів роботи та публікації здобувача.

5 Натурний експеримент, поставлений групою ентузіастів в німецькому місті Мюнстер (одна і та ж група людей, які пересуваються на автомобілях, автобусі і на велосипедах).

6 Критерії при організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту.

7 Приклад рухомого складу автобусного парку КП «Вінницька транспортна компанія».

8 Існуючі моделі для вирішення задачі моделювання завантаження транспортної мережі.

9 Використання спеціально виділених смуг і рух по ним транспорту.

10 Особливості варіантів розміщення відокремленої смуги для громадського транспорту.

11 Запропоновані математичні залежності.

12 Порівняння ширини доріг в Ейндховені (ліворуч) і в Україні (м. Вінниця (праворуч)).

13 Вікно інтерфейсу програми імітаційного моделювання Aimsun.

14 Схема організації виділених смуг в центральній частині міста.

15 Дорожня розмітка на просп. Коцюбинського до проведення заходу і після.

16 Основні висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кужель В.П., доцент кафедри АТМ		
Економічна частина	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Дембіцька С.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання «10» березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	10.03-14.03.2021	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	10.03-14.03.2021	
3	Обґрунтування методів досліджень	15.03-18.03.2021	
4	Розв'язання поставлених задач	18.03-25.05.2021	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	20.05-25.05.2021	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	26.04-25.05.2021	
7	Виконання розділу «Економічна частина»	26.04-25.05.2021	
8	Нормоконтроль МКР	25.05-28.05.2021	
9	Попередній захист МКР	31.05-01.06.2021	
10	Рецензування МКР	02.06-04.06.2021	
11	Захист МКР	07.06-08.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Макогонюк Ю. М.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Кужель В. П.

РЕФЕРАТ

Представлена кваліфікаційна робота складається із вступу, 4 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 106 стор., у тому числі 36 літературних джерел. Предмет дослідження: взаємодія громадського, автомобільного та особистого транспорту на ділянці проспекту Коцюбинського міста Вінниці. Робота складається з п'яти розділів, я яких заплановано: провести науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»; виконати теоретичні дослідження взаємодії громадського та приватного видів транспорту; розробити рішення щодо поліпшення руху громадського транспорту загального користування; розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Мета роботи полягає підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху міського транспорту.

Ключові слова: автомобіль, громадський транспорт, вулично-дорожня мережа, смуга руху; рухливість населення, транспортний потік, моделювання, організація руху.

ABSTRACT

The presented qualifying work consists of an introduction, 4 sections and general conclusions. The total volume of work is 106 pages, including

36 literary sources. Subject of research: interaction of public, automobile and personal transport on the section of Kotsyubynsky Avenue of Vinnytsia. The work consists of five sections, which I plan to: conduct a scientific and technical justification for improving the efficiency of public transport operation of the utility company "Vinnytsia Transport Company"; perform theoretical research on the interaction of public and private modes of transport; develop solutions to improve the movement of public transport; develop measures for labor protection and safety in emergency situations.

The purpose of the work is to increase the efficiency of public transport operation of the municipal enterprise "Vinnytsia Transport Company" through the introduction of special lanes of public transport.

Key words: car, public transport, street and road network, lane; population mobility, traffic flow, modeling, traffic organization.



ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ».....	7
1.1 Транспортні проблеми міст та шляхи їх вирішення.....	7
1.2 Аналіз варіантів організації пріоритетного руху міського пасажирського транспорту загального користування.....	11
1.3 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».....	22
1.4 Рухомий склад автобусного парку КП «Вінницька транспортна компанія».....	25
1.5 Висновки до розділу та постановка завдань досліджень.....	26
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ГРОМАДСЬКОГО ТА ПРИВАТНОГО ВИДІВ ТРАНСПОРТУ.....	28
2.1 Дослідження поняття транспортної доступності і рухливості населення.....	28
2.2 Основні методи дослідження транспортної рухливості населення.....	31
2.2.1 Моделювання завантаження транспортної мережі.....	33
2.2.2 Математичні моделі оцінки транспортних кореспонденцій.....	34
2.3 Інтелектуальні транспортні системи як елемент керування транспортними потоками.....	40
2.4 Транспортне моделювання як метод теоретичного дослідження в галузі управління міськими транспортними потоками.....	44
2.5 Висновки до розділу 2.....	49
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА РІШЕНЬ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ РУХУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ.....	50
3.1 Короткий опис існуючої схеми дорожнього руху в центральній частині м. Вінниця.....	50
3.2 Варіанти організації виділеної смуги для міського транспорту загального користування.....	51

3.3	Методи забезпечення пріоритету.....	57
3.3.1	Забезпечення пасивного пріоритету.....	58
3.3.2	Забезпечення активного пріоритету.....	61
3.4	Визначення ширини смуг проїзної частини.....	63
3.5	Опис різних варіантів виділених смуг, які можуть бути застосовані до вулично-дорожньої мережі м. Вінниці.....	65
3.6	Реалізація варіантів відокремлення смуг для міського транспорту загального користування за допомогою програми імітаційного моделювання.....	68
3.6.1	Крайня права смуга руху міського транспорту загального користування.....	70
3.6.2	Організація руху міського транспорту загального користування на пр. Коцюбинського.....	72
3.6.3	Організація руху міського транспорту загального користування назустріч основному потоку.....	74
3.7	Вибір ефективного вирішення по організації виділених смуг серед основних варіантів.....	76
3.8	Аналіз обраної схеми організації виділених смуг.....	78
3.9	Розробка додаткових заходів по поліпшенню транспортної ситуації на проспекті Коцюбинського м. Вінниці.....	81
3.10	Висновки до розділу 3.....	89
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....		91
4.1	Аналіз умов праці.....	91
4.2	Техніка безпеки.....	91
4.3	Електробезпека.....	92
4.4	Санітарно-гігієнічні вимоги.....	93
4.5	Пожежна безпека.....	98
4.6	Висновки до розділу.....	99
ВИСНОВКИ.....		100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		102
ДОДАТКИ.....		106

ВСТУП

Актуальність теми. Зазначимо, що ефективний міський пасажирський транспорт є умовою забезпечення високого рівня транспортної рухливості для всіх категорій громадян. Підвищення рівня ефективності управління міським пасажирським транспортом загального користування є необхідною умовою забезпечення його конкурентних властивостей в умовах швидкого зростання парку особистих автомобілів.

Як відомо, на сьогоднішній день вулично-дорожня мережа (ВДМ) міст України є невід’ємним елементом транспортної системи держави, в свою чергу одним із головних факторів покращення транспортно-експлуатаційних показників ВДМ міст є забезпечення умов стабільної її роботи.

Також впровадження спеціальних смуг для громадського транспорту (трамвай, тролейбус, автобус) є одним із найефективніших заходів організації руху, який дозволяє пришвидшити їх рух на вулицях з високою інтенсивністю. На самого водія громадського транспорту (ГТ), який рухається спеціальною смугою діє значно менше емоційне навантаження ніж у загальному потоці. Запровадження таких смуг у поєднанні із забезпеченням пріоритету на перехрестях за допомогою світлофорів з адаптивним керуванням дозволяє забезпечити їх проїзд без затримок та зупинок.

Такі кроки дають змогу підвищити перевізну здатність громадського транспорту при наявній кількості рухомого складу на маршруті (через зменшення затримок у русі), покращити умови висадки-посадки пасажирів і найважливіше - зменшити час їздки до центрів тяжіння міст [1-3].

Актуальність роботи в тому, що реалізація таких рішень на вулицях міста створює передумови для збільшення кількості пасажирів, які будуть використовувати ГТ замість легкових автомобілів, що в підсумку дозволяє знизити завантаженість вулично-дорожньої мережі міста.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Ця кваліфікаційна робота виконувалась у відповідності з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки, стратегії розвитку туризму міста Вінниці до 2030 року, а також науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і являється невід'ємною частиною досліджень пов'язаних з підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи – підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху міського транспорту.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- провести науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»;
- виконати теоретичні дослідження взаємодії громадського та приватного видів транспорту;
- розробити рішення щодо поліпшення руху громадського транспорту загального користування;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження: процеси функціонування та перспективні методи організації руху міського пасажирського транспорту.

Предмет дослідження: взаємодія громадського, автомобільного та особистого транспорту на ділянці проспекту Коцюбинського міста Вінниці.

Методи дослідження – в роботі використовуються: математичне моделювання, аналітичні методи досліджень, лінійна екстраполяція і інші.

Наукова новизна одержаних результатів.

- виявлені та систематизовані залежності між кількістю смуг руху для пасажирського, автомобільного та особистого транспорту на ділянці проспекту Коцюбинського міста Вінниці;

- дістали подальшого розвитку підходи та принципи розрахунків процесів функціонування та перспективних методів організації руху міського пасажирського транспорту.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновані заходи на прикладі комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» дозволили сформулювати практичні рекомендації з застосування спеціальних виділених автобусних смуг руху, які оцінюються різними способами, що може призвести до дуже різних висновків щодо їх застосування.

Короткострокова перспектива враховує лише прямий вплив спеціальних смуг на організацію дорожнього руху, на можливість збільшення заторів на сусідніх смугах.

Більш довгострокова перспектива враховує інші фактори, включаючи загальну економію часу в дорозі, загальні економічні витрати та вигоди, вплив на соціальну справедливість та підтримка цілей стратегічного планування, таких як розвиток більш компактної та мультимодальної спільноти.

Особистий внесок здобувача. Систематизовані залежності між показниками системи транспортного обслуговування вуличної мережі і критерієм ефективності і кількості смуг руху. Виконане обґрунтування основних переваг спеціальних смуг руху: вища швидкість руху громадського транспорту, можливість збільшення кількості рухомого складу і зменшення інтервалу руху особливо в години пік; можливість перевезти значно більшу кількість людей; дотримання чітких графіків руху; зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), особливо з участю громадського транспорту; зменшення витрат пального; забезпечення безперешкодного руху екстрених служб міста – швидка допомога, пожежна, поліція та ін.

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на:

1. ІХ-та Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту" 14-15 квітня 2021 року, ВНТУ, Вінниця.

2. І Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), 10-12 березня 2021 року, ВНТУ, Вінниця.

Публікації. Проміжні результати досліджень були опубліковані в двох наукових працях:

1. Кужель В.П. Підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту за рахунок впровадження спеціальних смуг руху / Кужель В.П., Макогонюк Ю.М. // Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/12515/10448> [5].

2. Кужель В. П. Впровадження спеціальних смуг для пріоритетного руху міського громадського транспорту / Кужель В.П., Макогонюк Ю.М. // Матеріали ІХ-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 167 – 169. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf> [6].

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

1.1 Транспортні проблеми міст та шляхи їх вирішення

Як відомо, вулично-дорожня мережа (ВДМ) міста створюється десятиліттями і для її зміни необхідні час і значні інвестиції. Структура і протяжність ВДМ міста створюються на основі генеральних планів розвитку, орієнтованих на певний рівень автомобілізації. Протягом тривалого часу в нашій країні пріоритет у розвитку транспортного обслуговування віддавався громадському пасажирському транспорту і в якості розрахункового рівня автомобілізації приймався 60 авт./1000 чол. [1]. Саме для цього рівня автомобілізації і були створені вся транспортна інфраструктура і система управління дорожнім рухом сучасних міст. Основними їх недоліками є:

- мала питома щільність магістральних вулиць і недостатня розвиненість мережі місцевих вулиць;
 - низька пропускна здатність вулиць і перехресть;
 - суміщений рух громадського пасажирського транспорту, особливо трамваїв у середині проїжджої частини, легкового, вантажного та транспорту спеціального призначення;
 - застосування для регулювання руху застарілих методів і технічних засобів;
 - відсутність системи інформаційного забезпечення міського руху;
 - відсутність необхідної кількості автостоянок і парковок [2].
- Автомобілізація міст Західної Європи, що почалася в 50-ті роки, проходила практично по одній закономірності для всіх країн: лінійне зростання кількості автомобілів до рівня 300

- 350 авт/1000 чол., потім уповільнення зростання і стабілізація при рівні близько 550 авт/1000 чол.

Є підстава очікувати в українських містах граничний рівень автомобілізації близько 550 авт/1000 чол. до 2020 - 2025 рр., що в півтора рази більше рівня, досягнутого сьогодні на більшій частині території країни. Це вимагає перегляду всієї стратегії розвитку міст і міського транспорту [3].

З кожним роком у всьому світі зростає використання інтелектуальних транспортних систем (ІТС).

Під ІТС розуміють застосування сучасних технологій зв'язку, управління, комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення для поліпшення ефективності, та безпеки роботи міського наземного транспорту.

Інтелектуальна транспортна система - найбільш ефективна в сучасних умовах система організації руху, але навіть вона не може підвищити пропускну здатність ВДМ міста більш ніж на 20%. Це говорить про те, що тільки одними заходами з регулювання руху проблему міського руху вирішити не можна.

Найважливішим і найдорожчим заходом є розвиток ВДМ міста. В умовах інтенсивної автомобілізації частку ВДМ у балансі території міст необхідно збільшити зі звичайних 8 - 10% до 20%, що вимагає коригування діючих і створення нових нормативних документів і керівників з проектування планування і забудови вулиць, площ, транспортних вузлів [2].

Як показує зарубіжний досвід, одним з найбільш радикальних і ефективних шляхів підвищення ефективності роботи міських транспортних систем є впровадження різних заходів, спрямованих на обмеження використання автомобільного транспорту при одночасному адекватному розвитку системи громадського пасажирського транспорту.

Ці заходи можуть бути різними: від адміністративної заборони, до справляння плати за виїзд на ВДМ, але спрямованість їх одна - зменшення кількості автомобілів до рівня, що не перевищує пропускну здатність ВДМ і ємність парковок в місті. Головним об'єктом обмежень при впровадженні даного підходу

повинні стати легкові автомобілі, що перебувають у власності громадян, оскільки саме вони роблять найбільший внесок у перевантаженість ВДМ міста.

Так, завдяки застосуванню таких заходів, у містах Західної Європи з аналогічною щільністю ВДМ і кількістю автомобілів близько 550 авт./1000 чол. частка трудових поїздок на особистому автомобілі не перевищує 20%.

У сучасних умовах транспортну обстановку у великих містах можна поліпшити, розвиваючи громадський пасажирський транспорт.

Умови руху міського пасажирського транспорту, що здійснює рух у загальному транспортному потоці, визначаються умовами руху потоку в цілому, який можна охарактеризувати двома показниками: рівень завантаження ВДМ і швидкістю повідомлення. Ключовим фактором, що впливає на умови руху транспортного потоку є рівень завантаження ВДМ. Швидкість сполучення для всього транспортного потоку, в тому числі і громадського транспорту, визначається з урахуванням затримок транспорту на перетинах, а також враховуються витрати часу на зупинки.

У США, наприклад, для оцінки транспортного руху по ВДМ міста в якості основного застосовується інтегральний критерій, який називається показник рівня обслуговування (Level of Service - LOS). Він визначений як "якісна характеристика, яка відображає сукупні фактори (швидкість руху, час поїздки, безпека і зручність керування автомобілем, свободу маневрування)" [4]. Цей показник в США став основним критерієм оцінки якості організації дорожнього руху і був включений в нормативні документи. Поділ на рівні дозволив транслювати параметри, що характеризують функціонування транспорту і доріг, у більш зручну та спрощену для розуміння шкалу оцінки. За основу градації прийнято рівень завантаження ВДМ, який представлено в таблиці 1.1. В Україні цей показник став використовуватися для оцінки умов руху на дорогах загального користування [5] і отримав назву "рівень зручності" (таблиця 1.1) [6].

Таблиця 1.1 – Рівні обслуговування та рівні зручності [5, 7]

Рівень обслуговування	Рівень завантаження	Характеристика умов руху	Рівень зручності	Коефіцієнт завантаження	Характеристика руху
A	$<0,1$	Вільний потік	A	$<0,2$	Вільний потік
B	$\geq 0,1$	Стійкий потік	B	0,2 - 0,45	Частково пов'язаний потік
C	$\geq 0,3$	Стійкий потік	B	0,45 - 0,7	Пов'язаний потік
D	$\geq 0,7$	Наближення до нестійкого	Г-а	0,7 - 1,0	Насичений потік
E	$\geq 1,0$	Нестійкий потік	Г-б	$\geq 1,0$	Щільно насичений потік

В даний час транспортна ситуація в більшості сучасних міст України можна віднести до несприятливих і вкрай нестійким. Основною причиною цього є невідповідність пропускної здатності ВДМ, стрімкої автомобілізації міст, перевагу особистого транспорту громадському.

Незадовільний умова руху міського пасажирського транспорту, що рухається в загальному інтенсивному потоці транспортних засобів, веде до зниження якості обслуговування населення, в зв'язку з високими витратами часу на пересування, які пов'язані з низькою швидкістю повідомлення пасажирського транспорту і порушенням регулярності в його русі. Негативний вплив на рух громадського транспорту надає і наявність припаркованого особистого транспорту на значній кількості вулиць.

При русі на виділених смугах і відсутності перешкод руху громадський транспорт здатний забезпечувати більш високі швидкості повідомлення, ніж при русі в загальному міському транспортному потоці, в тому числі і в години «пік».

Необхідно створити умови, при яких користування громадським пасажирським транспортом було б вигідніше, ніж автомобілем [8].

1.2 Аналіз варіантів організації пріоритетного руху міського пасажирського транспорту загального користування

На сьогоднішній день правила дорожнього руху, які діють в Україні, передбачають, що рух, зупинка та стоянка на смузі для громадського транспорту заборонена для автомобілів, навіть, якщо вона вільна, а на сусідній – багатокілометрова пробка. Перетнути цю смугу – для повороту направо або з метою висадки пасажирів – можна тільки в місцях з переривчастою лінією дорожньої розмітки.

Отже, за способом впровадження спеціальні смуги для ГТ поділяють на два види: виділені та відокремлені спеціальні смуги. Виділення смуг здійснюється за допомогою ліній дорожньої розмітки (в поєднанні з знаками), нанесенням букв чи слів («А» чи «bus lane»), а також виділяють кольором. Відокремлення спеціальних смуг реалізується за допомогою острівків, бар'єрів, делініаторів. Звісно ефективнішим є другий спосіб впровадження, коли смуги для ГТ фізично відокремлюються від потоку приватних автомобілів.

При обґрунтуванні необхідності організації виділеної смуги єдиним критерієм може бути потреба в транспортному обслуговуванні населення, так як провізні можливості міського пасажирського транспорту в десятки разів перевищує провізні можливості особистого транспорту. Даний факт підтверджує знаменитий експеримент, поставлений групою ентузіастів в німецькому місті Мюнстер. На рисунку 1.1 показано, який простір на дорозі займе одна і та ж група людей, у випадках, якщо кожен з них буде на своєму особистому автомобілі, в автобусі або на велосипедах.

В Україні перші смуги пріоритетного проїзду громадського транспорту з'явилися у Києві, Харкові, Львові та Донецьку ще на початку 2012 року під час підготовки до чемпіонату Європи з футболу. З того часу мережа смуг громадського транспорту у Києві зростає: станом на 2020 рік тут діють 24 відрізки, один з яких виділено делініатором та тимчасового пріоритету (у ранкові та вечірні пікові години). На жаль, ці смуги працюють неефективно.



Рисунок 1.1 – Експеримент в порівнянні вуличного простору і займаного однією і тією ж групою людей, які пересуваються на автомобілях, автобусі і на велосипедах

Основна причина - приватні автомобілі, які займають автобусні смуги, незважаючи на Правила дорожнього руху. Виділені смуги мають утворювати коридор для безперешкодного руху маршрутного транспорту. Вони запобігають простою громадського транспорту в заторах і це забезпечує передбачуваність руху. Важливим є те, що виділені смуги також мають право використовувати служби екстреної допомоги та порятунку: швидкі, пожежні, газові, поліція та інші.

В свою чергу, у всьому світі штрафи за використання смуги громадського транспорту досить серйозні. У Нью-Йорку водій, який вирішив проскочити пробку по смузі з позначкою BUS, заплатить мінімум 115 доларів штрафу. У Сінгапурі подібне порушення «обійдеться» в 130 доларів, у Лондоні – в 130 фунтів. І це більш ніж виправдано: великий автобус перевозить близько 80 осіб; щоб доставити до пункту призначення стільки ж людей на легкових авто, потрібно задіяти не менше 20 машин.

Проаналізуємо стан проблеми за кордоном [1-3]:

- у Цюриху смуги для громадського транспорту позначені знаками, розміткою та жовтим кольором дорожнього покриття. Вони можуть розташовуватись праворуч, ліворуч або посередині дороги. Смуга для велосипедистів може відокремлюватись або збігатися зі смугою для громадського транспорту. Недостатньо широкі дороги смуги громадського транспорту займають повністю. Автобуси приходять точно за графіком;

- у Берліні завдяки ефективному розподілу смуг громадський транспорт майже завжди приходять вчасно. Проте, порівняно з іншими містами, присутня менша протяжність смуг громадського транспорт. Завдяки суворому спостереженню та штрафам, приватні автомобілі майже не заїжджають на смуги. Також працюють окремі світлофори для громадського транспорту, які вмикають зелене світло для автобуса, поки інші авто стоять на червоне світло. Усі світлофори міста поєднані у мережу і надають пріоритет громадському транспорту. Наприклад, якщо на перехресті занадто довго горить червоне світло - ймовірно, центр управління забезпечує "зелену хвилю" автобусу, який через перевантаженість доріг приватними автомобілями відстає від графіку і має таким чином його наздогнати;

- у Кореї автобуси працюють на газовому паливі, а смуги для громадського транспорту відокремлені не лише у містах, а й на міжміських трасах. Наявна також система швидкісних автобусів BRT (Bus rapid transit), як правило з відокремленими смугами та транспортом підвищеної місткості. Смуги позначаються знаками, розміткою, а також іншим кольором дорожнього покриття. Громадський транспорт вважається тут швидшим за особистий, адже не стоїть у заторах і їздить точно за графіком;

- у Таллінні з 2013 року усі зареєстровані мешканці міста можуть користуватися громадським транспортом безкоштовно. Це частина нової політики мерії, яка вирішила остаточно віддати пріоритет громадському транспорту. Це рішення міста стало історією успіху: за один день у Таллінні громадським транспортом користується понад 470 тисяч пасажирів. До того ж вулиці вже вільні від приватних автомобілів, а весь проект підтвердив свою фінансову

життєздатність. Таллінну вдалося звільнити центральні частини міста від приватних автомобілів завдяки кільком чинникам:

а) розвиток системи «Pargi ja reisi» («паркуйся та їдь»), що дає можливість водіям безкоштовно залишати автомобіль на парковках на в'їзді до міста і без додаткової оплати пересідати на громадський транспорт. Також на ключових вулицях змінюється напрям руху: зранку більшість смуг рухаються у напрямку в'їзду до міста, а ввечері - у напрямку виїзду з міста;

б) максимальне підвищення комфортності громадського транспорту, що реалізується за допомогою нових рухомих складів, виділених смуг для швидкісного проїзду, відсутньої необхідності купувати проїзні та квитки;

- у США, як відомо, найпоширеніший тип громадського транспорту це автобус. Є також міні-буси, автобуси-гібриди, звичайні автобуси. Смуги для громадського транспорту позначаються знаками та розміткою, фізично не огорожуються, проте часто виділяються червоною фарбою;

Початком застосування виділених смуг для громадського транспорту бере початок з 1939 р в США - країні проголосила автомобіль частиною своєї ідеології - в м Чикаго [13]. До 1972 налічувалося вже понад 100 міст і понад 140 км виділених смуг для руху міського пасажирського транспорту та іншого спеціального транспорту в більш ніж ста містах світу [14].

На Європейському континенті перші виділені смуги були створені в Гамбурзі (Німеччина, 1963), причому успішний досвід їх застосування підштовхнув до розробки стандартів організації таких смуг, за якими навчалися в подальшому фахівці з інших країн.

У Франції перші подібні смуги пріоритетного руху для здійснення швидкісних пасажирських перевезень громадським транспортом сумарною довжиною 17 км були організовані в 1972 р. в місті Іврі [15]. І вже до 1995 року в Парижі протяжність виділених смуг становила 140 км (у 2003 р їх протяжність склала - 720 км). Пізніше на всіх маршрутах руху громадського транспорту були введені ділянки для невинного руху індивідуального транспорту, так звані «червоні дороги» [16]. Результатом впровадження системи адаптивного управління

транспортними потоками, що орієнтується на пріоритетний пропуск трамваїв і автобусів, в м Руані (Франція) швидкість повідомлення трамвая збільшилася з 14,8 км / год до 19,3 км / год [17]. Сьогоднішнє застосування виділених смуг для забезпечення пріоритетного руху,

У всій структурі дорожньої мережі Німеччини виділені смуги для руху міського пасажирського транспорту займають невеликий обсяг, але при цьому є дуже ефективними в роботі. У великих і найбільших містах на широких вулицях для руху міського пасажирського транспорту виділяються крайні права, ліва або центральна смуга, часто відокремлена від загального транспортного потоку штучними бордюрами (делінеаторами) або газонами. За відсутності достатньої ширини проїзної частини, яка не дозволяє цього зробити, тоді смуга для руху міського пасажирського транспорту виділяється не на всьому протязі маршруту слідування, а локально, на ділянках де особливо висока ймовірність заторів, як наприклад, на Паулінштрассе в Трірі (рисунок 1.2) .



Рисунок 1.2 – Виділена смуга для руху міського пасажирського транспорту на вулиці Паулінштрассе в Трірі (Німеччина)

Паулінштрассе в Трірі є старовинну вулицю (основна забудова XIX - початок XX століття) і досить вузьку - по смугі в кожную сторону, яка є найкоротшим шляхом з північної частини в центральну частину міста. Ходять по вулиці і автобуси. На ділянці протяжністю в 300 метрів (рисунок 1.5) в центрі вулиці виділено простір, що дозволяє автобусам об'їжджати скупчилися перед перехрестям автомобілі, в

періоди ранкового і вечірнього годин «пік». Також на даній ділянці всі світлофори пов'язані в єдину мережу і всюди, де це представляється можливим, для громадського транспорту забезпечується «зелена вулиця», або як у нас прийнято називати «зелена хвиля» (рисунок 1.3). Допускається і рух велосипедистів по автобусній смузі, якщо ширина дороги не здатна забезпечити виділену відокремлену велосипедну доріжку.



Рисунок 1.3 - Вулиця Паулінштрассе в Трірі

У 1995 - 2003 рр. в Лондоні був реалізований проект пріоритетного руху міського пасажирського транспорту. Відмінною рисою цього проекту був комплексний підхід до забезпечення пріоритетних умов руху міського пасажирського транспорту, який полягав не тільки у виділенні смуг для руху міського пасажирського транспорту, а й в наданні пріоритету їм за допомогою технічних засобів, світлофорного регулювання та обмеження парковок на маршрутах руху автобусів. У перші роки впровадження цієї системи популярність автобусних перевезень зросла на 21%, а час поїздки знизилося в середньому на 23%. Також в Лондоні є «червоні маршрути» - вулиці з повною заборонаю паркування і зупинок транспортних засобів у тротуарів. Дана дія дозволило знизити аварійність на 6,4%, підвищити швидкість повідомлення міського пасажирського транспорту на 10% і надійність сполучення - на 27% [18]. Лондонська мережу пріоритетного автобусного руху (London Bus Priority Network) включає майже всі маршрути громадського транспорту всередині внутрішньої кільцевої дороги.

В Англії допускається організація об'єднаних Автобусно велосипедних смуг шириною 4 м (рисунок 1.4), якщо автобусна смуга фізично (наприклад, делінеатором) відособлена від решти проїжджої частини, вона повинна мати ширину не менше 4,5 м або більше, в межах якої ширина велодоріжки складе 1,5 м. Бажано відходити від ширини в проміжку 3,2 - 3,9 м, так як це не залишає простору для обгону.



Рисунок 1.4 - Поєднання автобусної та велосипедної смуг в Англії

У багатьох містах Великобританії (Лідсі, Кембриджі, Саутгемптоні, Ноттінгемі, Единбурзі та інших) організовано рух міського пасажирського транспорту по виділених смугах і надання пріоритетного пропуску через регульовані перетину, який в більшості випадків забезпечується АСКДР SCOOT.

Як приклад можна навести досвід США, а зокрема м Нью-Йорка в організації виділених смуг для руху маршруту M15. Середня швидкість автобусів на даному маршруті становила близько 8,5 км / год. Для вирішення цієї проблеми на Першій та Другій Авеню були відокремлених дві крайні праві смуги для руху автобусів з дозволом повороту направо для інших транспортних засобів. У години «пік» поставки товарів в магазини, прилеглих до виділених смугах, заборонені. Також була здійснена установка бордюру між смугами руху автобусів і інших транспортних засобів, щоб перешкоджати переїзду автомобілів, вантажних автомобілів і таксі на виділені смуги. В результаті всіх цих заходів відбулося скорочення часу руху на маршруті на 21 - 27%, а популярність автобусів, в зв'язку зі збільшенням пасажирів, зросла на 48% [18].

У штаті Техас запропоновано рішення щодо забезпечення реверсивної виділеної смуги за допомогою пересувних бар'єрів на радіальних по відношенню до Далласу магістральних напрямках. Щоранку спеціально обладнаний автомобіль, пересувний бар'єр, зі швидкістю 8 км / год встановлює бар'єр на зустрічну смугу руху. Умовою є лише те, що по цій смузі може пересуватися тільки транспорт для масових перевезень пасажирів. Увечері при зміні напрямку транспортного потоку бар'єр встановлюється на іншу сторону.

У Ванкувері (Канада) в результаті виділення спеціальних смуг на основних маршрутах слідування міського пасажирського транспорту час руху по маршруту скоротилася на 3 - 10 хвилин у години «пік» і на 10 - 12 хвилин - в решту часу, швидкість руху збільшилася на 23 - 29 %, популярність автобусів зросла на 25 - 30% [19].

У Хіросімі (Японія) в результаті впровадження близько 128 км пріоритетних автобусних смуг швидкість повідомлення автобусів збільшилася до 20 км / год, для порівняння до впровадження швидкість була рівною 12 км / год [20]. Пріоритетний

пропуск автобусного транспорту організований також в таких японських містах, як Нагасакі і Саппоро.

В результаті узагальнення досвіду Європейських країн отримані наступні дані за результатами впровадження виділених смуг для громадського транспорту. У більшості випадків досягається скорочення часу проїзду на 20 - 50%. На смузі для громадського транспорту швидкість руху в години «пік» становить, як правило, 15 - 20 км / ч. Для легкових автомобілів час проїзду збільшується безпосередньо після відкриття смуги для громадського транспорту, внаслідок зменшення числа смуг. Жорстке регулювання руху приблизно через рік призводить до ліквідації більшості затримок легкових автомобілів [21].

Критерії виділення смуг пріоритетного руху міського транспорту загального користування. Критерії необхідності організація відокремлених смуг для руху гот, пропоновані фахівцями різних країн, мають певні відмінності. Фахівці Південної Кореї [22] пропонують в якості критеріїв мінімальні значення інтенсивності руху та пасажиропотоків (таблиця 1.2). Пристрій відокремленої смуги в напрямку проти загального транспортного потоку можливо, коли інтенсивність руху автобусів перевищує інтенсивність руху інших транспортних засобів у зустрічному напрямку [22]. У США і Великобританії вказуються набагато менші значення інтенсивності руху маршрутного транспорту (таблиця 1.3).

Значення інтенсивності руху ТЗ, що забезпечують економічну ефективність пристрою відокремлених смуг для руху маршрутного пасажирського транспорту розглядалися Ю.Д. Шовковим (таблиця 1.4), який значення інтенсивностей руху доповнює низкою вимог [23]. При використанні відокремлених смуг типу Б - Г необхідно (таблиця 1.4), щоб відстань між пунктами зупинок становила не менше 1,5 км. Ширина відокремленої смуги повинна бути не менше 3,5 м при русі гот в попутному напрямку із загальним транспортним потоком і не менш 3,75 м при русі гот назустріч загальному транспортному потоку. Оскільки оцінка ефективності пріоритетних смуг руху гот викликає великий інтерес, Світова дорожня асоціація (PIARC) провела дослідження, матеріали для яких були надані 30 містами з 15 країн.

Таблиця 1.2 - Критерії при організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту в Південній Кореї

Число смуг в даному напрямку	Інтенсивність руху автобусів NA , авт. / год	Пасажиropотік Q , пас. / ч	Тип виділеної смуги
3	$NA > 60$	$Q > 1800$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
	$NA > 100$	$Q > 3000$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
			Крайня смуга в напрямку проти загального ТП
	$NA > 150$	$Q > 4500$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
Крайня ліва смуга в напрямку руху ТП			
4	$NA > 100$	$Q > 3000$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
	$NA > 150$	$Q > 4500$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
			Крайня ліва смуга в напрямку руху ТП

Таблиця 1.3 - Критерії організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту в США і Великобританії [24]

Мінімальна інтенсивність руху автобусів NA , авт. / год	Мінімальний пасажиропотік Q , пас. / Год	Тип виділеної смуги
США		
30-40	1200-1600	Крайня смуга в напрямку руху загального ТП
40-60	1600-2400	Крайня смуга в напрямку проти загального ТП
60-90	2400-3600	У розділовій смуги проїжджої частини
Великобританія		
50	2000	-

Аналіз міжнародного досвіду виділення смуг і окремих проїзних частин (оцінювалися маршрути з найбільшими пасажиропотоками) дав показники [25]:

- двухполосна проїжджа частина для автобусного руху може забезпечити провізну спроможність 11000 - 15000 пас / год в одному напрямку;
- при впровадженні заходів з підвищення пропускної здатності зупиночних пунктів досягнута провізна здатність 18000 пас / год в одному напрямку;
- найбільший пасажиропотік зафіксований в Порто-Алегро (Бразилія) - 26000 пас / год в одному напрямку.

Таблиця 1.4 - Значення інтенсивності ТЗ при організації відокремлених смуг для пасажирського транспорту

Число смуг в даному напрямку	Інтенсивність руху автобусів NA, авт. / год	Інтенсивність руху ТЗ в розрахунку на одну смугу NT, Од. / год	Тип виділеної смуги
3	NA > 40	400 < NT < 800	Крайня права смуга в напрямку руху ТП (тип А)
	NA > 80	500 < NT < 800	Крайня ліва смуга в напрямку руху ТП (тип Б)
			Реверсивна смуга (тип В)
4	NA > 40	400 < NT < 900	Крайня права смуга в напрямку руху ТП (тип А)
	NA > 80	500 < NT < 900	Крайня ліва смуга в напрямку руху ТП (тип Б)
			Реверсивна смуга (тип В)
			Крайня ліва смуга в напрямку руху ТП за рахунок зміщення осьової лінії розмітки і використання смуги для зустрічного руху (тип Г)

Наведені вище значення пасажиропотоків можна оцінювати, як високі і відповідні показниками провізної здатності ліній трамвая, зазначеним у вітчизняній і зарубіжній спеціальній літературі. Тому слід впроваджувати цей досвід в українську практику. Так як умови руху в українських містах, розглянуті в [23], істотно змінилися, рекомендації по влаштуванню смуг пріоритетного руху гот (таблиця 1.4) вимагають певного коригування. На необхідність уточнення критеріїв виділення спеціалізованих смуг вказують і розбіжності значень показників, які наводяться фахівцями різних країн (таблиці 1.2 - 1.4). Перш за все, вимагають вивчення показники інтенсивності руху і, відповідно, питомі навантаження на смуги проїжджих частин, які за останні 10 - 15 років різко зросли. У випадках транспортних потоків високої щільності, виділення спеціалізованих смуг для міського пасажирського транспорту може супроводжуватися негативним ефектом - погіршенням умов руху решти транспортного потоку. Зростання автопарку робить необхідним урахування впливу вуличного паркування, функціонування місцевих проїздів, які обслуговують прилеглі до проїжджої частини забудови, стоянки у торгових об'єктів, заправки і т.д.

Ефективним інструментом, що дозволяє встановити області значень різних параметрів, при яких доцільно виділення смуг міського пасажирського транспорту, є мікромоделювання транспортних потоків; воно дозволяє охопити широкий спектр дорожніх умов і врахувати вплив різних чинників: співвідношення інтенсивностей руху маршрутного транспорту і основного транспортного потоку; пропускна здатність і пасажирооборот зупиночних пунктів; розміщення місцевих проїздів і інтенсивність руху на них; щільність розміщення світлофорних об'єктів та їх режими регулювання.

Згідно з аналізом, наведених даних, можна зробити наступні висновки:

1) Організація руху міського пасажирського транспорту по виділених смугах дозволяє підвищити експлуатаційну швидкість міського пасажирського транспорту в середньому на 10 - 20%, а також сприяння перерозподілу попиту на пасажирські перевезення.

2) Ефект від реалізації заходів щодо забезпечення пріоритетних умов руху міського пасажирського транспорту вдається досягти при поєднанні руху по виділеній смузі з використанням пріоритетного пропуску через регульовані перетини, які реалізовані в сучасних зарубіжних АСКДР.

3) Розглянуті різні варіанти організації пріоритетною смуги руху для пасажирського транспорту. Надається можливість виділення пріоритетною смуги навіть на найскладніших і завантажених ділянках ВДМ, в тому числі і в історичних районах міста, яким притаманні вузькі ділянки проїжджої частини.

1.3 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Відмітимо, що основним видом діяльності комунального підприємства (КП) «Вінницька транспортна компанія» є надання послуг із перевезення пасажирів міським електричним (трамвай, тролейбус) та автомобільним транспортом. Історія КП «Вінницька транспортна компанія» починається з 1913 року, коли перші сім вагонів бельгійського виробництва розпочали свій рух вулицями міста Вінниці [8].

Вже з 2009 року на підприємство покладаються обов'язки по експлуатації та організації перевезень пасажирів муніципальними автобусами. У 2014 році завершено будівництво автобусного парку КП «ВТК». Також, з проведенням транспортної реформи, покладається контроль за роботою автомобільного транспорту загального користування інших перевізників. З лютого 2014 року комунальне підприємство "Аеропорт Вінниця" стає підрозділом КП "ВТТУ". Тому стара назва підприємства вже не відповідає тим завданням, які виконує підприємство, та отримує назву - комунальне підприємство "Вінницька транспортна компанія" [2].

Станом на сьогоднішній день КП «Вінницька транспортна компанія» є базовим транспортним підприємством міста із загальною кількістю робітників, що перевищує 2000 осіб. На лінію загалом випускається 74 трамвайних вагони, 131 тролейбус, 66 автобусів. КП «Вінницька транспортна компанія» налічує 5 трамвайних, 14 тролейбусних та 15 автобусних маршрутів, на яких перевозиться більше 400 тис. пасажирів за добу. Завдяки потужній ремонтній базі КП «Вінницька транспортна компанія» власними зусиллями виконує всі види ремонтів рухомого складу, в тому числі капітально-відновлювальні ремонти трамваїв та тролейбусів, трамвайних колій. Колектив підприємства здійснює головну задачу – стабільне перевезення пасажирів. КП «Вінницька транспортна компанія» на протязі багатьох років займає перші місця серед споріднених підприємств.

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» розташоване за адресом: м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе. 29 Україна, 21036.

Предметом діяльності підприємства є:

- пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення, у тому числі:
 - міський електричний транспорт;
 - міський автомобільний транспорт загального користування.
 - вантажний автомобільний транспорт;

- забезпечення експлуатації і функціонування аеродрому, будівель, споруд, інженерних мереж та інших об'єктів аеродромного обладнання пасажирського та вантажного терміналів, а також засобів механізації і спеціалізованого транспорту;
- прийняття та відправлення повітряних суден із забезпеченням авіаційних перевезень пасажирів, вантажів, багажу та пошти необхідними засобами;
- допоміжне обслуговування авіаційного транспорту.
- технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- ремонт і технічне обслуговування інших транспортних засобів;
- інша допоміжна діяльність у сфері транспорту:
- надання в оренду власного чи надання в суборенду орендованого майна;
- надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів;
- надання в оренду вантажних автомобілів;

Власником підприємства, є територіальна громада міста Вінниці в особі Вінницької міської ради. Органом, за яким закріплено функції управління підприємством, є Департамент енергетики, транспорту та зв'язку міської ради.

У 2014 році завершено будівництво муніципального автобусного парку КП «Вінницька транспортна компанія», який знаходиться за адресом: м. Вінниця, вул. Сабарівське шосе, 19. Кожного року автобусний парк КП «Вінницька транспортна компанія» оновлює свій рухомий склад та матеріально технічну базу. У 2015 році підприємством придбано шиномонтажне обладнання та підйомник для автобусів, капітально відремонтовано приміщення контрольно-пропускного пункту, відремонтовано зовнішнє освітлення і тд. (рис. 1.5, 1.6).



Рисунок 1.5 – Приклад рухомого складу автобусного парку
КП «Вінницька транспортна компанія»



Рисунок 1.6 – Чотирьохстійковий підйомник для автобусів

1.4 Рухомий склад автобусного парку КП «Вінницька транспортна компанія»

Станом на сьогодні в автобусному парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» налічується 66 автобусів, що здійснюють пасажирські перевезення в м. Вінниця. З них автобусів Богдан А70132 – 30 од., Богдан А70130 – 4 од., Богдан А70110 – 16 од. та автобусів ЛАЗ – А183 – 8 од (рис. 1.7). Дані автобуси використовують дизельне паливо в якості палива для двигунів автомобілів.



а)



б)

Рисунок 1.7 – Рухомий склад автобусного парку КП «ВТК»:

а) Богдан А70132; б) ЛАЗ – А183

Також в складі підприємства є також 8 автобусів АТАМАН (ISUZU) A092G6 (рис. 1.8) .Дані автобуси працюють на газовому паливі. Автобуси мають понижену підлогу та спеціальний пандус для людей на візках і розраховані для перевезення 42-х пасажирів.



Рисунок 1.8 – Автобуси АТАМАН (ISUZU) A092G6
(працюють на газовому паливі)

1.5 Висновки до розділу та постановка завдань досліджень

В результаті виконання першого розділу можна сформулювати такі висновки:

В ході аналізу транспортних проблем міста та існуючих систем ефективного управління міськими транспортними потоками, зокрема міським громадським транспортом, були отримані наступні результати:

1. Незадовільні умови руху по ВДМ сучасного міста пасажирського транспорту, в зв'язку з інтенсивністю руху загального транспортного потоку, ведуть до загального зниження якості та ефективності обслуговування населення, це веде до істотного зменшення головної переваги громадського транспорту перед індивідуальним транспортом. Населення віддає перевагу індивідуальний транспорт громадському, в слідстві чого порушується робота всієї транспортної системи

міста, характерною ознакою якої стають повсюдні і системні транспортні затори.

2. В наявній транспортній ситуації міський пасажирський транспорт, здатний ефективно використовувати міське шляхове простір і має значні від легкового транспорту провізні можливості, не здатний в ситуації, що склалася гідно конкурувати з індивідуальним транспортом, а наявний високий рівень автомобілізації в м. Вінниця неминуче веде до неправильного підходу і попиту на пасажирські перевезення.

3. У всіх розвинених країнах обов'язковою умовою підвищення ефективності функціонування пасажирського громадського транспорту вважається забезпечення пріоритетного руху рухомого складу на ВДМ. Найбільш поширеними методами забезпечення пріоритетного руху транспорту загального користування є:

- організація виділених смуг для транспорту загального користування;
- зниження затримок рухомого складу на перетинах з допомогою технічних засобів організації дорожнього руху, в тому числі за рахунок відповідного світлофорного регулювання.

4. Розглянуто вітчизняний та зарубіжний досвід, пов'язаний з наданням пріоритету міському громадському транспорту.

Враховуючи вищевикладену інформацію, в магістерській кваліфікаційній роботі потрібно вирішити такі завдання:

- виконати теоретичні дослідження взаємодії громадського та приватного видів транспорту;
- розробити рішення щодо поліпшення руху громадського транспорту загального користування;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ГРОМАДСЬКОГО ТА ПРИВАТНОГО ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

2.1 Дослідження поняття транспортної доступності і рухливості населення

Транспортна доступність є одним з найбільш важливих критеріїв, необхідних для оцінки якості транспортного обслуговування територій міста [26, 27]. Аналіз і прогнозування транспортної доступності місць прикладання праці тих чи інших видів послуг вимагають:

- визначення переліку критеріїв, якими буде оцінюватися транспортна доступність;
- розробки методики обстежень існуючої транспортної рухливості;
- розробки моделі оцінки перспективної транспортної рухливості.

В зарубіжній практиці термін транспортна доступність (Transportation Accessibility) має два значення:

- доступність - повні витрати часу на пересування, що здійснюється з якоюсь метою (пересування до місця роботи, пересування з культурно-побутовими цілями, пересування до рекреації і т.д.) (табл 2.1);
- доступність - можливість отримання транспортних послуг людьми з обмеженими фізичними можливостями (інвалідами, людьми похилого віку особами).

Крім того, в США і Канаді застосовується термін Transport Affordability [28], яким позначається економічна оцінка доступності транспорту (або доступності транспортних послуг), що здійснюється у вигляді моніторингу соціально-економічних даних, що характеризують співвідношення «вартість транспортних послуг - доходи».

В українській містобудівній практиці, як і раніше в радянській, нормуються лише деякі показники доступності такі як доступність місць прикладання праці і доступність зупиночних пунктів громадського транспорту.

Чинний нині СНіП 2.07.01-89 *

«Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» унормовує витрати часу в містах на пересування від місць проживання до місць роботи [1, 26]. Відповідно до його вимог для 90% трудящих витрати часу на пересування до місця роботи не повинні перевищувати показники, наведені нижче.

Таблиця 2.1 - Витрати часу в містах на пересування від місць проживання до місць роботи, в залежності від чисельності населення

Чисельність населення, тис. чол.	Витрати часу (в один кінець), хв
2000	45
1000	40
500	37
250	35
100 і менше	30

Для проміжних значень розрахункової чисельності населення міст зазначені норми витрат часу слід інтерполювати.

Крім того, в СНіП вказується, що, для:

- жителів, які щодня приїжджають на роботу в місто-центр з інших поселень, вказані норми витрат часу допускається збільшувати, але не більше ніж в два рази.
- жителів сільських поселень витрати часу на трудові пересування (пішохідні або з використанням транспорту) в межах сільськогосподарського підприємства, як правило, не повинні перевищувати 30 хв.

В особливу групу виділено міста з чисельністю населення понад 2 млн чол. Максимально допустимі витрати часу в них повинні визначатися за спеціальними обґрунтуванням з урахуванням фактичного розселення, розміщення місць прикладання праці і рівня розвитку транспортних систем.

Ще однією важливою характеристикою є транспортна рухливість населення.

Рухливість населення, що виражається числом пересувань в рік на одного жителя, є однією з соціальних характеристик способу життя міського населення. Чим більше чисельність населення міста, тим більше в ньому можливостей для задоволення культурно-побутових потреб людини, а, отже, більше і рухливість жителів міста.

В термін «рухливість» населення вкладається часто різний зміст, що призводить до суттєвої зміни його кількісного вираження.

Для усунення семантичних проблем необхідно розрізняти такі різновиди поняття рухливості населення:

- рухливість населення - число пересувань, що здійснюються на транспорті та пішки на одного жителя в рік;
- транспортна рухливість - число пересувань, що здійснюються на транспорті на одного жителя міста в рік (без пішохідних);
- рухливість на автомобільному транспорті - число пересувань, що здійснюються на автомобільному транспорті на одного жителя в рік;
- облікова транспортна рухливість - число перевезених на всіх видах міського громадського транспорту пасажирів, що припадає на одного жителя в рік (з урахуванням приїжджих і приміських пасажирів, а також пересадок з одного маршруту або виду транспорту на інший).

В даний час статистикою реєструється тільки число поїздок пасажирів певним видом транспорту, але не враховується число поїздок пасажирів від початкового до кінцевого пункту. Тому показник рухливості населення, який визначається відношенням числа поїздок за видами транспорту до кількості жителів, не відображає дійсної рухливості населення. Так, при пересадочному повідомленні, коли пасажир, щоб дістатися до місця призначення, користується, наприклад, двома автобусами і повинен зробити пересадку, в статистиці числиться дві поїздки, незважаючи на те, що це поїздка з однією метою.

Існують різні методика і моделі прогнозування кореспонденцій по ВДМ. Їх умовно можна розділити на динамічні і, часто застосовуються, теоретичні моделі.

2.2 Основні методи дослідження транспортної рухливості населення

Отже, транспортна рухливість – характеристика рухливості населення, що представляє собою середню кількість поїздок на транспорті, що припадає на рік на одного жителя. Розрізняють мережеву транспортну рухливість, що враховує число повних поїздок від початкового пункту до пункту призначення незалежно від кількості пересадок і видів транспорту, і маршрутну транспортну рухливість, де за цілу поїздку приймається поїздка в транспортному засобі одного маршруту, а поїздка з однією пересадкою враховується як дві поїздки. Маршрутна транспортна рухливість обчислюється простіше, зазвичай на підставі проданих квитків, і тому в статистичних даних зазвичай фігурує саме вона [29].

На рухливість населення впливають різні фактори:

- рівень життя і добробут населення;
- транспортна забезпеченість території;
- розміри і планування території;
- чисельність населення;
- розташування центрів прикладення праці і місць відпочинку;
- соціально-психологічні чинники.

Транспортна рухливість залежить від величини даної території, чисельності населення, планування та розвиненості транспортних систем. Зростання цієї величини може бути пов'язаний з поліпшенням роботи громадського транспорту, зростанням добробуту і культурного рівня населення, збільшенням чисельності населення і зростанням території міста, концентрацією місць роботи і відпочинку [29].

Кількісною характеристикою структури пересувань по мережі служить матриця кореспонденцій, елементами якої є обсяги пересувань (автомобілів або пасажирів на годину) між кожною парою умовних районів ПО. Все різноманіття пересувань, що здійснюється в мережі, розбивається на різні групи пересувань за наступними критеріями:

- по відмінності в цілях пересувань;

- по відмінності у виборі способів пересування;
- по відмінності в перевагах при виборі шляхів пересування.

Серед груп пересувань з різними цілями важливими і численними є

- пересування від місць проживання до місць праці і назад (так звані трудові кореспонденції);
- пересування від місць проживання до місць культурно-побутового обслуговування і назад;
- пересування, що здійснюються між місцями додатків праці (ділові поїздки);
- пересування, що здійснюються між об'єктами культурно-побутового обслуговування.

Для кожної групи пересувань розраховується своя матриця міжрайонних кореспонденцій. Вхідний інформацією до моделі розрахунку кореспонденцій є загальні обсяги прибуття і відправлення в кожному районі ПО. Оцінка обсягу прибутків і відправлень по різних групах пов'язана з просторовим розміщенням потокопороджуючих об'єктів і рухливістю населення, тобто середньою кількістю поїздок, що здійснюються з тими чи іншими цілями. Ця оцінка будується на основі наявних демографічних і соціально-економічних даних і результатів обстежень і в основному передувє власне математичного моделювання.

Під різними способами пересувань розуміють, наприклад, пересування пішки, з використанням громадського транспорту або особистого автомобіля. З точки зору методики розрахунку сенс поділу на способи пересування наступний: обраний спосіб пересування не змінюється на етапі розподілу кореспонденцій по мережі. Процедура вибору користувачем шляху пересування розбивається тим самим на два етапи: вибір способу пересування (модальний вибір) і вибір конкретного шляху (шляхів) пересування, який здійснюється на основі деякого критерію оцінки шляхів (критеріальний вибір). Модальний вибір реалізується на стадії розрахунку кореспонденцій, критеріальний вибір реалізується на стадії розподілу кореспонденцій по мережі.

До числа найбільш поширених моделей розрахунку кореспонденцій відносяться гравітаційні моделі, ентропійних моделі, моделі конкуруючих можливостей і деякі інші [30].

2.2.1 Моделювання завантаження транспортної мережі

Моделювання завантаження транспортної мережі багатокomпонентна завдання, що вимагає для пошуку рішень побудови різних типів математичних моделей (рисунок 2.1).

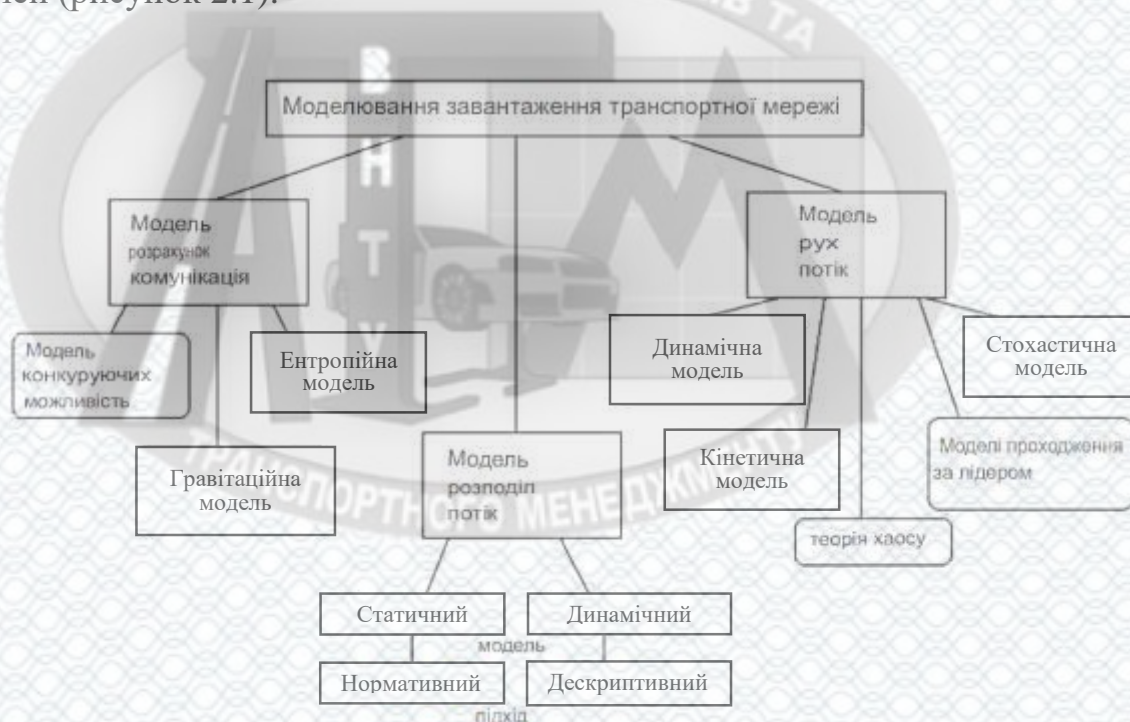


Рисунок 2.1 - Моделі для вирішення задачі моделювання завантаження транспортної мережі

Так в задачі моделювання поділяють чотири основні етапи:

- оцінка загальних обсягів прибуття і відправлення з кожного району міста;
- розщеплення по способам пересувань, таким, як піші пере руху, пересування з використанням громадського транспорту, пересування на особистому автомобілі та ін .;
- визначення матриць кореспонденції, що характеризують обсяг пересувань

між кожною парою розрахункових районів міста;

- розподіл кореспонденції по транспортній мережі, тобто визначення всіх шляхів, які обирають учасниками руху, і визначення кількості пересувань по кожній колії.

Поділ задачі моделювання на ці чотири етапи є умовним, так як всі етапи взаємопов'язані і не можуть, взагалі кажучи, бути вирішені як окремі завдання в силу зазначених вище зворотних зв'язків.

Так, більшість моделей розрахунку кореспонденції використовують в якості важливого фактора узагальнені ціни міжрайонних пересувань. Аналогічно розщеплення пересувань по видам (наприклад, між приватним і громадським транспортом) залежить від співвідношення цін при використанні цих видів транспорту. Отже, розрахунок кореспонденції і їх розщеплення може бути виконано коректно, якщо вже відома підсумкова завантаження мережі. Все це призводить до необхідності вирішувати задачу послідовними наближеннями, повторюючи всі кроки в ітеративном режимі [8, 30].

2.2.2 Математичні моделі оцінки транспортних кореспонденцій

Гравітаційна модель. Історично однією з перших математичних моделей, запропонованих для оцінки міжрайонних кореспонденцій, була гравітаційна модель. Ця модель заснована на наступному простому становищі: кореспонденція з одного району в інший буде тим більше, чим більше ємності районів прибуття і відправлення, і чим ближче один до одного розташовані ці райони. Назва моделі пояснюється схожістю формулювання з законом всесвітнього тяжіння, згідно з яким сила тяжіння пропорційна масам тіл і обернено пропорційна квадрату відстані між ними. Роль мас тут грають ємності районів (можна розуміти їх як загальні обсяги прибуття і відправлення в цих районах). Близькість або дальність районів визначається, звісно, не географічним відстанню, а дальністю в транспортному сенсі.

Зменшення кореспонденцій з ростом дальності описується деякою функцією, яку іноді називають функцією тяжіння. Зазвичай на практиці застосовують експоненціально спадну функцію.

Математично дана модель виражається наступною формулою:

$$F_{ij} \approx O_i D_j G_{ij}(C_{ij}), \quad G_{ij}(C_{ij}) = \exp(-\lambda C_{ij}), \quad (2.1)$$

де, O_i - відправлення з району i , D_j - прибуття в район j , C_{ij} - дальність між районами i та j , $G_{ij}()$ - функція тяжіння між районами i та j (в окремому випадку - експонента).

Замінити знак пропорційності знаком точного рівності в цій формулі не можна, оскільки при відомих обсягах кореспонденції повинні задовольняти умовам балансу:

$$\sum_j F_{ij} = O_i, \quad \sum_i F_{ij} = D_j. \quad (2.2)$$

Тобто сума всіх вихідних (вхідних) кореспонденцій в кожному районі має збігатися із загальним обсягом відправлення (прибуття) у цьому районі. Для того, щоб задовольнити цим умовам, в формулу (1.1) додають так звані «балансують» коефіцієнти:

$$\sum_j F_{ij} = (a_i O_i) (b_j D_j) G_{ij}(C_{ij}), \quad (2.3)$$

Процедура розрахунку цих коефіцієнтів називається балансуванням матриці. Можна сказати, що балансування матриці полягає в тому, щоб змінити цю матрицю мінімальним чином, так щоб вона почала відповідати умовам балансу в кожному районі. Пересування, що здійснюються з різними цілями, по-різному чутливі до фактору дальності. Наприклад, дальність набагато більше впливає на вибір магазину, в якому можна купити продукти, ніж на вибір місця роботи. Тому для пересувань, що здійснюються з різними цілями, необхідно розраховувати

кореспонденції окремо, застосовуючи більш «Круті» або більш «пологі» функції тяжіння. У разі експоненційної функції тяжіння «крутизна» визначається параметром λ . Як показує практика, відповідним значенням λ для трудових кореспонденцій є 0.06 - 0.07, для пересувань з культурно-побутовими цілями - 0.15 - 0.2 [31].

Ентропійна модель. Як і в випадку гравітаційного підходу, ідею побудови ентропійному моделі підказала фізика, а саме другий закон термодинаміки, який стверджує, що будь-яка замкнута фізична система прагне досягти стійкого рівноважного стану, що характеризується максимумом ентропії цієї системи [31].

Використання концепції ентропії для вирішення транспортних завдань було запропоновано Вільсоном, і потім цей підхід розвивався в багатьох роботах. Ентропійна модель виходить з імовірнісного опису поведення користувачів мережі. Користувачі мережі випадковим чином розподіляються по деякому набору можливих станів. При розрахунку кореспонденцій станом користувача можна вважати приналежність його до кореспонденції з i в j . Незалежний і випадковий вибір усіма користувачами своїх станів призводить до тих чи інших макроскопічними станів системи.

Згідно з основною концепції ентропійному моделі стан системи, яке реалізується в реальності, є стан з найбільшим статистичним вагою. Використання статистичного ваги станів замість розподілу ймовірностей тих чи інших станів пояснюється тим, що в ентропійних моделях може не існувати кінцевого і нормованого розподілу ймовірностей. Статистичні ваги станів відображають порівняльні ймовірності реалізації різних станів в системі. З урахуванням цього застереження стану з найбільшим статистичним вагою часто також називаються найбільш ймовірними станами. Математично стан з найбільшим статистичним вагою визначається як стан, при якій досягається максимум деякої функції в просторі станів, званої ентропією системи.

$$H(f) = \sum_{i,j} f_{ij} \ln \left(\frac{f_{ij}}{v_{ij}} \right), \quad f = \{f_{ij} | i, j \in R\}, \quad (2.4)$$

Тут f_{ij} - числа заповнення станів, тобто кількості елементів системи, що знаходяться у станах (i, j) . Величини f_{ij} мають сенс "ап'юріорних найбільш вірогідних" значень f_{ij} . Фактичні найбільш вірогідні значення F_{ij} визначаються з рішення завдання про максимізацію ентропії при деякій системі обмежень на f_{ij} . За відсутності обмежень вирішення завдання максимізації призводить до ап'юріорних значень $F_{ij} = V_{ij}$. Обмеження на розподіл можуть бути різною природою. Як правило, ці обмеження відображають наявну інформацію про макроскопічні характеристики стану системи. У системі обмежень, що застосовуються в ентропійних моделях транспортних мереж, можна виділити групу стандартних лінійних обмежень, що виражають баланс прибуттів і відправлень.

Ця група обмежень називається також транспортними обмеженнями. З урахуванням сказаного ентропійна модель розрахунку кореспонденцій може бути записана у вигляді:

$$F = \operatorname{argmax} (H(f)), f = \{f_{ij} \mid i, j \in R\}, \quad (2.5)$$

$$\sum_{j \in R} f_{ij} = O_i, \quad i \in R,$$

$$\sum_{i \in R} f_{ij} = D_j, \quad i \in R,$$

$$f_{ij} \geq 0, \quad i, j \in R$$

$$g_n(f) = 0, \quad n = \overline{1, N},$$

$$h_m(f) \leq 0, \quad m = \overline{1, M}. \quad (2.6)$$

Моделі конкуруючих центрів. Одним з недоліків класичної гравітаційної моделі є те, що обсяг кореспонденції зв'язується з характеристиками пари районів (включаючи транспортний відстань між ними), взятих окремо від інших районів. Як відзначається багатьма дослідниками.

«Привабливість» району для відвідування (або обсяг прибуття в цей район) може залежати також від розташування району прибуття серед інших районів. Наприклад, район, розташований в агломерації великої кількості інших районів відвідування, може породжувати велику кореспонденцію, ніж ізольовано розташований район.

Ця ідея реалізована в моделях сімейства конкуруючих центрів (competing destinations). Моделі конкуруючих центрів можна розглядати як узагальнення гравітаційної моделі, де в вираз включаються додаткові чинники, наприклад, індекс відвідуваності району прибуття, який визначається формулою:

$$I_{ij} = \sum_{k \in R, k \neq i, j} \frac{D_k}{t_{kj}}, \quad (2.7)$$

Індекс відвідуваності тим більше, чим більше і ближче до району відвідування розташовані альтернативні райони відправлення. Введення цього фактора в модель дозволяє моделювати агломераційні ефекти в структурі кореспонденцій. Подальші модифікації моделі пов'язані зі спробою обліку структури даної системи районів.

Наприклад, розглянемо деякий регіон, де є великі міста, оточені системою прилеглих центрів меншого рангу, кожен з яких оточений прилеглими дрібними районами. У такій системі структурний ефект може проявлятися в тому, що центр великого рангу має надлишкову привабливість для оточуючих «підлеглих» центрів в ієрархії («надлишкову» тут означає «велику, ніж це диктується чинниками доступності»). Цей ефект моделюється «Ранжуванням» районів в'їзду-виїзду за статусом в ієрархії і введенням відповідних поправок в індекси відвідуваності районів. Інший важливий клас моделей представляють різні модифікації моделі проміжних можливостей (intervening opportunities) Стауффер. Модель Стауффер виходить з припущення, що обсяг кореспонденції між двома центрами визначається не стільки відстанню між ними, скільки кількістю і ємністю альтернативних центрів прибуття на шляху, що з'єднує центри, тобто кількістю альтернативних можливостей відвідування. Розглянемо спочатку просту систему з одним центром відправлення і поруч центрів прибуття, розташованих уздовж однієї лінії. Нехай O - обсяг відправлення, x_n - кореспонденція, λ_n - ймовірність того, що учасник руху зупиниться в центрі n за умови, що центр n досягнутий в ході поїздки. Тоді:

$$x_n = O\lambda_n \prod_{j=1}^{n-1} (1 - \lambda_j), \quad (2.8)$$

тобто обсяг кореспонденції в центр n пропорційний добутку ймовірності зупинки в цьому центрі на ймовірність того, що учасник руху не зупинився раніше.

Для узагальнень представляє інтерес безперервний аналог моделі, коли місця призначення безперервно розподілені уздовж деякого променя. В безперервній моделі замість кореспонденцій ми будемо говорити про щільність кореспонденцій $x(r)$, де r - відстань від центру відправлення. Позначимо також: $y(r)$ - кількість учасників руху, що добралися до точки r , $\lambda(r)$ - значення щільності розподілу ймовірності зупинки в r за умови, що дана точка досягнута. Тоді, очевидно,

$$y(r) = O - \int x(\rho) d\rho, \quad x(r) = y(r)\lambda(r), \quad (2.9)$$

З рівняння вище отримуємо такий вираз для щільності кореспонденції:

$$x(r) = O\lambda(r) \exp(-\int \lambda(\rho) d\rho), \quad (2.10)$$

Різні варіанти моделі конкуруючих можливостей можуть бути отримані з рівняння шляхом прийняття різних гіпотез про вид функції умовної щільності ймовірності $\lambda(r)$. У застосуванні до розрахунку кореспонденцій в транспортній мережі умовну ймовірність зупинки в центрі зазвичай пов'язують з ємністю центру по прибуттю, тобто кількістю місць роботи, обслуговування та ін. Узагальнення моделі на випадок багатьох центрів відправлення і прибуття стикається з труднощами формального визначення кількості можливостей зупинки «по дорозі» до даного центру. Один з підходів до вирішення проблеми полягає в ранжируванні центрів прибуття по віддаленості від кожного центру відправлення. Всі центри, розташовані до центру відправлення ближче, ніж даний центр (незалежно від напрямку), вважаються альтернативними можливостями, «Попередніми» можливості зупинки в даному центрі.

Використовуючи вираз і повертаючись знову до дискретного опису центрів прибігтя- відправлення, отримуємо такий вираз для кореспонденції:

$$F_{ij} = O_i (\exp(-\lambda U_j) - \exp(-\lambda U_{j+1})), \quad (2.11)$$

де λ - константа, U_j - кумулятивна ємність по прибуттю всіх центрів, що передують (в зазначеному вище сенсі) центру j .

Основна відмінність моделей гравітаційного типу і моделей проміжних можливостей полягає в наступному: гравітаційні моделі засновані на розрахунку транспортної доступності центрів прибуття, що розглядаються в основному ізольовано від альтернативних центрів, в той час як моделі проміжних можливостей враховують взаємне розташування альтернативних можливостей прибуття, але не враховують явно фактора транспортної доступності (дальності). У зв'язку з цим запропоновані різні варіанти агрегованих моделей, що враховують обидва зазначених фактори. Зокрема, запропонована об'єднана "гравітаційно-конкуруюча" модель ентропійного типу, тобто заснована на пошуку розподілу кореспонденцій з максимальною статистичною вагою [30]. Висновок: для визначення транспортної рухливості населення немає єдиного методу. З вище викладеного, випливає висновок, що для більш точного визначення потрібно створити комплексну модель, в якій поєднувалися б риси як гравітаційної моделі, так і моделі конкуруючий центрів. Ентропійна і гравітаційна моделі мало чим відрізняються, тому ми вважаємо, що слід вибрати лише одну з них, більш просту і зрозумілу для широкого кола осіб.

2.3 Інтелектуальні транспортні системи як елемент керування транспортними потоками

Для успішного і динамічного розвитку сучасного міста необхідна відповідна його потребам транспортна система. Така транспортна система повинна на крок випереджати потреби міста в пасажирських і вантажних перевезеннях.

У міжнародній практиці проблема перевантаженості міських доріг вирішується за рахунок застосування технологій інтелектуальних транспортних систем (ІТС), здатних ефективно керувати дорожнім рухом і міським пасажирським транспортом на існуючій вуличній дорожній мережі без збільшення щільності доріг [32].

ІТС - комплекс взаємопов'язаних автоматизованих систем, що вирішують завдання управління дорожнім рухом, моніторингу та управління роботою всіх видів транспорту (індивідуального, громадського, вантажного), інформування громадян і підприємств про організацію транспортного обслуговування на території регіону. Властивістю ІТС є можливість виконання творчих функцій, які традиційно вважаються прерогативою людини. Іншими словами, інтелектуальна система, на відміну від інформаційної системи, здатна проявляти активність за відсутності впливу або прямих вказівок людини. Спрощено структура інтелектуальної системи включає три основні блоки - базу знань, рішучий та інтелектуальний інтерфейс [32, 33, 34]. Напрямки інформаційних потоків в інтелектуальній системі управління транспортом представлена на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 - Напрямки інформаційних потоків в інтелектуальній системі управління транспортом

Основними цілями впровадження інтелектуальних транспортних систем є підвищення безпеки дорожнього руху, пропускної здатності ВДМ, якості обслуговування учасників дорожнього руху, ефективності функціонування транспорту, престижу міського пасажирського транспорту, інвестиційної та туристичної привабливості міста, а також зменшення шкідливого впливу транспорту на навколишнє середовище. Ефективність інтелектуальних транспортних систем дозволяє відчутти позитивний ефект:

- 1) для пасажирів це скорочення часу поїздки до 25%, актуальна інформація про графік руху та підвищення якості послуг;
- 2) для автомобіліста це економія часу до 30%, актуальна навігація і економія палива до 20%;
- 3) для міста це скорочення часу реагування на ДТП, підвищення якості життя, прозорий бюджет розвитку міського транспорту і додаткові доходи (платні парковки, фото- і відеофіксація) [32].

Система швидкісного автобусного сполучення Bus Rapid Transit (BRT).

Використання спеціально виділених смуг і руху по ним транспорту широко поширене при роботі системи швидкісного автобусного сполучення Bus Rapid Transit (BRT), яка є однією з найбільш рентабельних механізмів для міст для високоякісного обслуговування пасажирів. По суті BRT являє собою систему, яка базується на автобусному транспорті при забезпеченні для нього виділеної смуги руху, і поєднує в собі найкращі експлуатаційні характеристики і зручність сучасних рейкових систем. Ця система передбачає будівництво спеціальних коридорів на ВДМ уздовж магістралей по всій довжині автобусного маршруту, які призначаються виключно для їх руху. Лінії BRT відокремлені від загальної проїжджої частини за допомогою фізичних бар'єрів, що унеможливує потрапляння на них легкових автомобілів,

Використання виділених смуг з механічними напрямними функціонують в таких містах як Амстердам, Лідс, а з оптичними напрямними в Руані. Виділені шляхи для руху міського пасажирського транспорту, позначені розміткою існують в Лондоні, Голий, Окленді, Сідней, Утрехті та інших містах.

До 2016 року системи BRT були розроблені і впроваджені в Боготі (Колумбія) і Куритибі (Бразилія), а також приблизно в 200 містах на шести континентах, в число яких входять Йоганнесбурзі (Південна Африка), Ванкувері (Канада), Лос-Анджелесі (США), Стамбулі (Туреччина), Суонсі (Великобританія), Джакарті (Індонезія). Досвід більшості систем BRT показує, що від 5 до 20% автомобілістів пересідають з особистих автомобілів на громадський транспорт [35].

Перша така система, введена в дію в м Куритиба (Бразилія) з чисельністю населення близько 1,9 млн. Жителів в міській частині і 1,2 млн в передмісті, успішно діє і розвивається в даний час. На зупинкових пунктах встановлені спеціальні закриті зупинкові павільйони, які мають посадочні майданчики на одному рівні з полого автобуса (рисунок 2.3). Вхід на зупинки здійснюється за допомогою проходу турнікета і тут же при необхідності проводиться оплата проїзду.



Рисунок 2.3 - Система BRT в місті Куритиба (Бразилія)

Така організація процесу висадки і посадки пасажирів забезпечує швидкий пасажирообмен на останочном пункті, тим самим скорочуючи час стоянки і відповідно підвищення швидкість повідомлення на маршруті. На всіх перетинах автобусного маршруту з міськими вулицями пасажирському транспорту забезпечується пріоритетне проходження перехресть з випереджаючим включенням зеленої фази світлофора.

Провізна спроможність такої лінії становить 24 тис. пасажирів на годину в одному напрямку, при швидкості повідомлення 20 км / год.

При грамотному використанні систем BRT, досягаються показники, співмірні за швидкістю повідомлення і провізної здатності з характеристиками метрополітену при цьому з меншою вартості на будівництво. Провізні можливості світових лідерів серед систем BRT представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Провізні можливості світових систем BRT [32]

Місто, (країна)	Населення, тис. чол.	Система	Загальна довжина мережі BRT, км	Пікове навантаження (в одному напрямку), люд. / год.	Кількість перевезених пасажирів в день, тис. чол.
Богота (Колумбія)	7760	Трансмленіо	113	35000 - 40000	2200
Гуанджоу (Китай)	6780	Гуанджоу BRT	23	до 26900	850
Курітіба (Бразилія)	1900	Реде Интеграда	77	до 24000	620
Стамбул (Туреччина)	14160	Метробас	52	7300 - 19500	750
Нью Джерсі (США)		Лінкольн тунель	2,5	до 15500	62
Брисбейн (Австралія)	1970	Південно- східний басейн	28	до 15500	350

2.4 Транспортне моделювання як метод теоретичного дослідження в галузі управління міськими транспортними потоками

Інтелектуальна транспортна система - це інтелектуальна система, яка використовує інноваційні розробки в моделюванні транспортних систем і регулювання транспортних потоків [37].

Будь-яка автоматизована система управління, до якої в повній мірі відноситься ІТС, виконує одну просту функцію: вона збирає інформацію про об'єкт управління, аналізує її і надає на цей об'єкт пряме або непряме керуючий вплив.

Об'єктом управління для ІТС є транспортні потоки. Джерелом інформації про об'єкт управління є датчики і детектори на дорозі, суміжні інформаційні системи і введення даних оператором.

Для аналізу інформації про об'єкт управління необхідно закласти в систему певне уявлення про цей об'єкт, яке і називається моделлю. Детальність і точність моделі визначається виключно завданнями, що стоять перед ІТС.

Транспортні моделі діляться на математичні та імітаційні. Перші оперують відомими законами руху транспорту, представленими у вигляді формул, систем рівнянь і т.п. Другі імітують рух окремих транспортних засобів, поведінка водіїв, роботу світлофорів і т.п. На практиці ж частіше застосовується така собі суміш математичних і імітаційних моделей.

Наприклад, системи транспортного моделювання на макрорівні (країна, місто, мікрорайон) оперують демографічними даними, поняттями «граф доріг», «зона тяжіння», «транспортний попит і пропозиція». У них закладені дані про відсоток використання автомобілів населенням, про пропускну здатність вулиць, про кількість паркувальних місць у торгових центрів.

Єдиної класифікації моделей немає, можна виділити імітаційні та прогнозні моделі:

Імітаційні моделі - це параметри транспортного потоку на ділянці дороги, ВДМ. Імітаційні моделі вирішують завдання побудови математичних моделей, здатних адекватно описувати поведінку учасників транспортного потоку і правильно відтворювати параметри і характеристики руху. Залежно від того, як в цих моделях розглядається транспортний потік, їх можна розділити на макроскопічні (автомобільний потік уподібнюється руху рідини) і мікроскопічні (моделюється кожен автомобіль в потоці).

Імітаційні моделі дозволяють оцінити швидкості руху, затримки на перехрестях, довжину і динаміку утворення заторів і т.п.

Прогнозні моделі - це завантаження транспортної мережі.

Прогнозні моделі дозволяють моделювати процеси міграції населення і вантажів по місту з вибором шляхів слідування видів транспорту. Вони призначені для прогнозу транспортних потоків при змінах в транспортній мережі міста, а також зсувах потокообразующих об'єктів міста.

Програмні рішення транспортного моделювання.

Транспортне моделювання використовує методи математичного моделювання для аналізу транспортної мережі та розробки пропозицій для вирішення транспортних проблем: оптимізація руху транспортних і пішохідних потоків, роботи громадського транспорту, організація дорожнього руху, оптимізація роботи світлофорних об'єктів, а також обґрунтування інвестицій у будівництво транспортної інфраструктури [38].

Найчастіше дослідники в даній області стикаються з проблемою вибору оптимального програмного рішення. Як правило, одним не підходять стандартні програмні продукти, інші знаходяться в пошуках недорогого, але ефективного рішення. Серед завдань, вирішення яких необхідно перекласти на автоматизовані програми, наступні: необхідно перекласти на автоматизовані програми, такі:

- оптимізація транспортної мережі,
- облік транспортних витрат пасажирів,
- зменшення обсягу контрольних даних,
- можливість обробки і виведення різнорідних даних,
- проектування ділянок транспортної інфраструктури,
- проектування вуличної дорожньої мережі,
- створення 3D моделі проектованої ділянки.

Розглянемо більш докладно три пакети, які є найбільш популярними в Європі:

I. PTV Vision. VISSIM (PTV AG, Germany) - багатоцільовий пакет для моделювання трафіку на мікрорівні. Широко використовується в Європі, США та інших країнах. Пакет призначений для аналізу, реінженіринга і оптимізації міських і міжміських транспортних сполучень. Дозволяє моделювати міські перехрестя будь-якої складності і типу регулювання, аналізувати пропускну здатність транспортних систем і тестувати схеми транзитних пріоритетів. Дає можливість управляти системами контролю альтернативних маршрутів і контролю трафіку, аналізувати ємність стоянок і моделювати трафік різних транспортних засобів з перетинами, пересадками на різних рівнях (автобусний маршрут, залізниця, метро, ескалатор і т.д.).

Обмежень на розмір транспортної мережі і кількість транспортних засобів пакет практично не має. Основним обмеженням є потужність обчислювальної машини. Дозволяє з будь-якою точністю деталізувати схему транспортної мережі, з усіма маршрутами, переходами, стоянками, зупинками громадського транспорту. У потоці беруть участь всі види транспортних засобів, а також пішоходи (пасажери). Реалізовано стандартні типи транспортних засобів (автомобілі, вантажівки, автобуси, трамваї, потяги, мотоцикли, велосипеди та пішоходи). Всі ці види транспортних засобів можна параметризувати (габарити, потужність двигуна, розподіл прискорення і гальмування, вага і т.д.). При бажанні користувач може задати свій тип транспортного засобу. Задаються параметри інтенсивності потоку транспортних засобів, його пропорційного складу, графіки роботи світлофорів, ймовірності вибору маршруту пересування. Підтримується можливість підключення матриці призначень для опису розподілу трафіку.

У пакеті реалізована модель Відерманна [39], яка описує поведінку водія за кермом. У ній враховуються психофізичні можливості людини: зниження уваги і часу реакції; час, необхідний для прийняття рішення в умовах навколишнього середовища. VISSIM надає можливість збору статистики на будь-якій ділянці транспортної мережі та формування звітів, створення презентацій та відеороликів.

II. PARAMICS (PARAllel MICroscopic Simulation). Paramics (PARAllel MICroscopic Simulation) - набір програмних інструментів для моделювання трафіку на мікрорівні. Даний пакет широко використовується у Великобританії і США. Він призначений для моделювання транспортних вузлів в містах (перехрестя, регульовані правилами пріоритету і світлофорами, транспортні розв'язки і т.д.), перевантажених автострад, а також для моделювання оптимізації роботи громадського транспорту, з'їздів з автомагістралей, регулювання маршрутів громадського транспорту, світлофорів і т.п.

PARAMICS є легко переносимим і розширюваним пакетом, який дозволяє реалізувати підходи до моделювання потоків на транспортній мережі будь-якого розміру, починаючи з простого перехрестя і закінчуючи національною транспортною мережею.

Основними обмеженнями на розмір мережі є обсяг пам'яті і потужність комп'ютера. Пакет підтримує можливість індивідуального переміщення близько 200 тис. автомобілів в одиницю часу. Задано сім класів транспортних засобів, однак користувач може створити свій власний транспортний засіб. Вибір маршруту автомобілем визначається заданою таблицею вартіностей. У кожного транспортного засобу є заданий інтервал часу (в середньому 1 с), через який перевизначається його положення в мережі і його поведінка. Зміна смуги на дорозі виконується з урахуванням інтервалу часу і попередньої "історії" автомобіля [40].

III. Aimsun. AIMSUN (Transport Simulation System, Spain) є складовою частиною імітаційної середовища GETRAM / AIMSUN, яка представляє собою цілий комплекс інструментів для моделювання трафіку. Пакет використовується в задачах розвитку і аналізу різних систем контролю трафіку (як фіксованих, так і змінюються) і стратегій управління. Призначений для моделювання трафіку міських транспортних мереж, автострад і автомагістралей, кільцевих доріг і дорожніх розгалужень. Підтримується можливість управління світлофором, управління трафіком шляхом передачі повідомлень про завантаженість транспортних ліній і вузлів. Орієнтований, в першу чергу, на фахівців в галузі транспорту і на осіб, які займаються оптимізацією транспортних мереж і трафіку.

В пакеті відсутні обмеження на розмір мережі. Моделі поведінки транспортних засобів визначаються функціями від декількох параметрів, що дозволяє моделювання різних типів транспортних середовищ (автомобілі, автобуси, вантажівки і т.д.), які потім можуть об'єднуватися в класи. Пересування транспортних засобів реалізується двома способами: або за заданим маршрутом і процентному розподілу потоку, або відповідно до заданої матриці кореспонденцій. В останньому випадку маршрут визначається трьома способами: раніше закладеної інформацією, перерахунком маршруту згідно матриці вартостей і ситуації, що склалася, на дорозі через певні інтервали часу або шляхом динамічного перерахунку в ході моделювання. Поведінка транспортного засобу перевизначається кожен одиницю модельного часу. Для зміни смуги враховуються всі параметри транспортного засобу (його габарит, швидкість, кут повороту, вага),

а також параметри навколишнього середовища (інтенсивність трафіку, відстань до найближчих автомобілів, їх швидкість, габарити тощо). Для опису поведінки автомобіля використовується модель Гіпса [32].

2.5 Висновки до розділу 2

На основі результатів аналізу зарубіжного досвіду організації руху міського пасажирського транспорту по виділених смугах і надання пріоритету міському пасажирському транспорту при проїзді регульованих перетинів засобами світлофорної сигналізації, виявлено, що дані заходи дозволяють:

- підвищити експлуатаційну швидкість в середньому на 10 - 20%;
- скоротити час поїздки на громадському транспорті до 30%;
- істотно знизити затримки на перехрестях на 25 - 40%.

При організації виділених смуг застосовуються такі схеми:

- надання громадському транспорту крайньої правої смуги з відділенням або без відділення її від решти проїжджої частини. Для обмеження виділеної смуги використовується бордюрний камінь або інші способи;

- надання другої смуги для громадського транспорту на многополосних ділянках вулично-дорожньої мережі. Перша смуги в цьому випадку служить для місцевого руху і паркування транспортних засобів;

- організація виділених смуг в центрі проїжджої частини ділянок з двостороннім рухом;

- надання громадському транспорту вулиць або перегонів повністю з заборонаю руху по ним іншого транспорту. До цієї схеми відноситься організація виділеної смуги на ділянках з одностороннім рухом назустріч іншого транспортного потоку.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА РІШЕНЬ ЩОДО ПОЛПШЕННЯ РУХУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

3.1 Короткий опис існуючої схеми дорожнього руху в центральній частині м. Вінниця

Центральний район включає в себе Острів відпочинку, історичну центральну частину міста, мікрорайони. Історично склалися такі частини міста як Вишенька, Замостя, Каліча, Тяжилів, ДПЗ (місцевість), Академмістечко, Слов'янка, Сабарів, Пирогове, Малі Хутори, Старе місто, Хутір Шевченка, Єрусалимка, П'ятничани, Корея, Поділля, Свердловський масив, Військове містечко, Садки, Крива, Царське село, Академічний, Олієжиркомбінат, триває приєднання до міста селища Десна.

Центральна частина міста (рисунок 3.1) виконує більшою мірою роль транзитного району, через який проходить велика кількість транзитного транспорту, які прямують з одного району міста в інший. Тому більшості чешканців так чи інакше доводиться будувати шляху свого проходження по ВДМ Центрального району. Так само, центр міста є і місцем відпочинку городян.

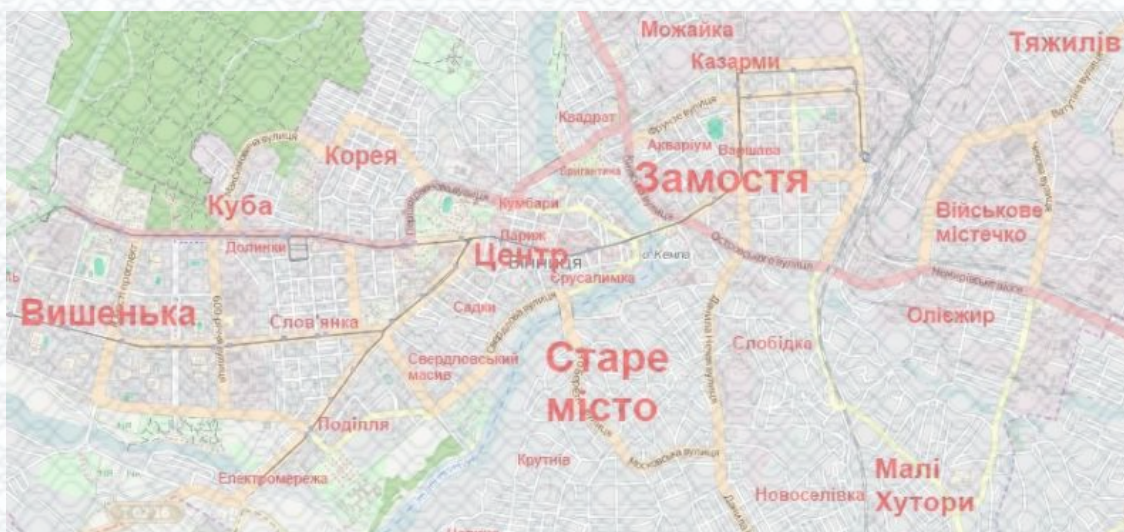


Рисунок 3.1 - Центральна частина м Вінниця

Через центральні вулиці міста проходять велика кількість автобусних маршрутів, всього налічується 12 маршрутів громадського транспорту.

3.2 Варіанти організації виділеної смуги для міського транспорту загального користування

Світовий досвід по виділених смугах для руху громадського транспорту виробив цілий набір рішень по їх організації.

Існують такі типи виділених смуг як:

- 1) Крайня права смуга, розташована поруч з тротуаром.

Крайня права виділена смуга (рисунок 3.2) є найбільш традиційним видом виділеної смуги. Передбачає відокремлення правої смуги для руху громадського транспорту у напрямку руху основного потоку транспорту. У той же час схема є найбільш простий в організації і вимагає мінімальних капітальних витрат.



Рисунок 3.2 – Виділена смуга громадського транспорту, по правій стороні дороги

Такий захід дозволить зберегти стоянки транспортних засобів уздовж дороги, а також забезпечити підвезення / вивезення товару з підприємств знаходяться поблизу дороги. Недоліком такого рішення є наявність проблеми з пунктами зупинок, які будуть перебувати в смузі від виділеного шляху для громадського транспорту. Різновидом такого варіанту є відокремлення другої правої смуги (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Виділена смуга громадського транспорту, варіант відокремлення другої правої смуги дороги

Головним рішенням такої проблеми є реконструкція проїжджої частини.

2) Крайня ліва автобусна смуга. Цей варіант передбачає відокремлення смуги для маршрутних транспортних засобів у напрямку основного транспортного потоку, але по крайній лівій смузі автомобільної дороги (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 - Виділена смуга громадського транспорту, облаштована по лівій стороні дороги

Цей варіант є одним із складних в організації, саме через те, що потрібно перестроювання вуличної мережі (облаштування зупинок на протилежному боці вулиці, значне збільшення відокремленої смуги для безперешкодного і безпечного

виходу пасажирів з автобуса або заміна парку рухомого складу і т.п.), внаслідок чого потрібні значні капітальні витрати на облаштування цих смуг.

Такий варіант буде створювати складність і основному потоку транспортних засобів, яким необхідно виконати лівий поворот або розворот.

3) Автобусна смуга назустріч основному потоку транспорту.

Такий варіант відокремлення смуги для руху автобусів дозволяє пускати маршрутні транспортні засоби в протилежному напрямку основному потоку транспорту (рисунок 3.5) і характеризується своєю простотою. Єдиною проблемою при впровадженні цієї схеми на односторонню дорогу - це перенесення зупинок на протилежну сторону дороги. Як правило, при застосуванні схеми назустріч основному потоку транспорту, на дорогах малої полосности (до 3-х смуг на всій ширині дороги) не дозволяє відокремити виділену смугу у напрямку основного потоку.



Рисунок 3.5 – Виділена смуга громадського транспорту, відособлена назустріч основному потоку транспорту

Останній варіант організації виділеної смуги громадського транспорту схожий на вулицю з двостороннім рухом, один із напрямів працює виключно на рух громадського транспорту.

В цьому випадку виділена смуга розташовується з лівого боку дороги і вимагає обов'язкового розділення потоків за допомогою спеціальних стовпчиків або бордюрів (делінеаторов).

Так само варіантом надання пріоритету для громадського транспорту служать і вулиці, відокремлені тільки для руху автобусів (рисунок 3.6). Вони організовуються зазвичай в центральних районах міста і при маєтку трьох паралельних вулиць.



Рисунок 3.6 - Вулиця для автобусного руху

На такі вулиці можливий доступ ТЗ, обслуговуючим магазини і підприємства, але протягом певного періоду часу.

Вибір варіанту організації відокремленої смуги для громадського транспорту залежить від типів рухомого складу маршрутного транспорту, кількості смуг руху, частоти розташування зупинкових пунктів громадського транспорту, величини потоків (транспортних і пішохідних), наявності підприємств поблизу вулично-дорожньої мережі, що мають можливість завантаження-вивантаження вантажів тільки з дороги і т.п. Характеристики кожного виду розміщення виділеної смуги на проїжджій частині вулично-дорожньої мережі викладені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Особливості варіантів розміщення відокремленої смуги для громадського транспорту

Розміщення	Переваги	Недоліки
Ультраправа	Найбільш проста організація мінімальні капітальні витрати	Труднощі організації правого повороту для основного потоку транспорту Ліквідація зупинки і стоянки автомобілів необхідність введення спеціального режиму обслуговування підприємств з ВДМ
Друга справа	Збереження стоянки автомобілів можливість обслуговування підприємств з ВДМ	Необхідність капітальних витрат для проведення реконструкції проїзної частини для розміщення зупиночних пунктів Перетин виділеної смуги автомобілів для заїзду та виїзду зі стоянки
Вкрай ліва	Можливість підвищеної швидкості руху Збереження існуючих умов під'їзду до об'єктам уздовж ВДМ	Труднощі організації лівого повороту для основного потоку Необхідність капітальних витрат для організації зупиночних пунктів і підходу до них
Назустріч потоку при односторонньому русі (контрполоса)	Найбільш проста організація мінімальні капітальні витрати	Відсутність, як правило, можливості організації виділеної смуги у напрямку основного потоку

Крайня права смуга для руху громадського транспорту виділяється в наявній транспортній інфраструктурі на вузьких дорогах з частими пунктами зупинок, де є невисока експлуатаційна швидкість.

Друга справа смуга передбачає виділення в тих ситуаціях, коли необхідно зберегти можливість під'їзду не маршрутних ТЗ до тротуару і їх стоянку.

Вкрай ліва смуга виділяється для забезпечення більш високої швидкості руху пасажирського транспорту, при відносно довгому схильності один від одного зупиночних пунктів, для зручності в'їзду і з'їзду з естакад, і тунелів, якщо вони є.

Смуга для громадського транспорту на односторонніх вулицях, яка облаштовується назустріч основному потоку зручна для пасажирів, яким не потрібно шукати вулицю з протилежним напрямком руху, але виникають складнощі з організацією виділеного руху в напрямку з основним транспортним потоком, якщо вулиця має менше 4 смуг руху в обидва боку.

Найнадійнішим способом виділення смуг є спорудження конструктивно виділених шляхів, що надає неможливість появи на відокремленої смузі іншого транспорту в межах перегону. Якщо на ділянці дороги є рейковий транспорт загального користування, то доцільно поєднувати рух рейкового і безрейкового пасажирського транспорту. Також розташування зупинкових пунктів різних видів транспорту в одному місці знижує інтенсивність пішохідного потоку, який здійснює перетин основної проїзної частини, тим самим збільшуючи інтенсивність руху всього транспорту.

Виділена смуга для громадського транспорту в залежності від різних умов відділяється від основної проїзної частини:

- горизонтальної дорожньою розміткою 1.1 (суцільна лінія) або 1.3 (подвійна суцільна лінія), в залежності від кількості смуг руху на проїжджій частині і напрямки руху;
- штучними бордюрами (делінеаторами);
- дорожніми огородженнями;
- бортовим каменем;
- підвищенням або пониженням рівня дороги в межах смуги руху.

Також на всьому протязі виділеної смуги наноситься горизонтальна розмітка 1.23, що означає спеціальну смугу для маршрутних транспортних засобів.

Розмітка 1.23 повинна наноситись по осі смуги руху підставою в сторону рухаються по ній транспортних засобів. На початку смуги на відстані 10 м від кордону перетину проїжджих частин наносять першу розмітку, а через 20 м - другу.

Розмітку 1.23 слід повторювати після зупинкового пункту маршрутних транспортних засобів, розташованого далі 50 м від перехрестя. На перегоні довжиною більше 200 м розмітку 1.23 слід повторювати через 200 м. В залежності від конкретних умов дане відстань може бути змінено [9].

При наявності крайній правій або крайній лівій відокремленої смуги руху громадського транспорту і неможливості заборони повороту направо або наліво, відповідно, для загального потоку транспортних засобів цей поворот здійснюється

з виділеної смуги. Перед перехрестям необхідно замінити горизонтальну лінії розмітки 1.1 на лінію 1.11.

При облаштуванні смуги назустріч потоку при односторонньому русі на початку встановлюють дорожній знак 5.11, який необхідно дублювати після перехрестя. В кінці смуги встановлюють знак 5.12. При в'їзді на дорогу з виділеною смугою руху громадського транспорту встановлюють відповідно дорожні знаки 5.13.1 і 5.13.2.

При організації відокремлених смуг руху громадського транспорту необхідно встановлювати і технічні засоби для фіксації порушень ПДР, які будуть заважати повного функціонування виділеної смуги. Фото- і / або відеофіксації порушень правил дорожнього руху встановлюють стаціонарно уздовж смуги руху маршрутного транспорту, а також при можливості і на маршрутний транспорт. Результати фіксації порушень передаються до відповідного органу для прийняття відповідних заходів до порушників.

3.3 Методи забезпечення пріоритету

В сучасних транспортних умовах, забезпечення пріоритету міському транспорту загального користування, можна виділити в дві великі групи:

- активний пріоритет;
- пасивний пріоритет.

Активний пріоритет являє собою вплив на транспорт, яким надається пріоритет, за допомогою технічних засобів світлофорного регулювання. Це може бути, як окрема фаза для таких транспортних засобів, так і вплив на основний цикл регулювання, за допомогою детекторів транспорту через які передається інформація на світлофорний об'єкт про наближення певного транспортного засобу.

Пасивний пріоритет являє собою спосіб забезпечення допомоги транспортним засобам, яким необхідно надати пріоритет, на під'їзді до перехрестя з допомогою розмітки: виділення смуги для громадського транспорту і розмітки в зоні перехрестя.

Основні варіанти забезпечення пасивного і активного пріоритету для транспорту загального користування представлені нижче.

3.3.1 Забезпечення пасивного пріоритету

Важливим заходом у сфері пріоритетного руху міського пасажирського транспорту є забезпечення його безперешкодного під'їзду до перетину. Що дозволяє забезпечити швидкий пропуск громадського транспорту за цикл світлофорного регулювання, щоб забезпечити звільнення перетину для подальшого руху непріоритетного транспорту. В основному виділяють кілька видів забезпечення пасивного пріоритету громадського транспорту на під'їзді до перетину. Такі як зміщена стоп-лінія, розділена стоп-лінія і перерозподіл черзі на під'їзді до перетину. В силу своїх великих габаритних розмірів, при виконанні лівоповоротного руху на вузьких перехрестях, автобусам доводиться рухатися по траєкторії більшого радіусу. Це обумовлено тим, що виконання даного маневру може перешкодити транспорт, що стоїть біля стоп-лінії конкуруючого напрямки. Для запобігання цій ситуації прийнято використання зміщеною стоп-лінії (рисунок 3.7) [20].

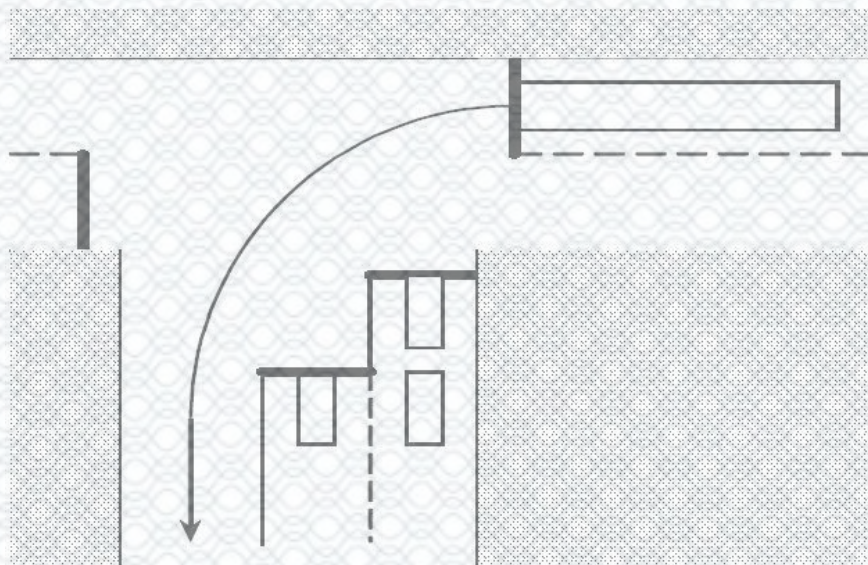


Рисунок 3.7 – Зміщена стоп-лінія

При наявності відокремленої смуги для руху громадського транспорту, може застосовуватися розділена стоп-лінія. Якщо в якості пріоритетного смуги обрана крайня права смуга і громадський транспорт або його частину повертають на перехресті наліво, то її застосування є доцільним. Також бажаним застосування розділеної стоп-лінії викликана відсутністю безпосередньо за перехрестям зупинки громадського транспорту і відсутня пріоритетна смуга. В цьому випадку розділена стоп-лінія полегшує умови рух громадського транспорту в зоні, розташованій за перехрестям.

Принцип нанесення, є наступним: перед перехрестям створюються окрема стоп-лінії для основного потоку транспорту і окрема для громадського транспорту, причому стоп-лінія для перших від перетину на відстань, яка визначається довжиною рухомого складу громадського транспорту і середньою кількістю транспорту, який встигає накопичитися до включення розміщує сигналу світлофорного регулювання, а також дистанцією необхідних для виконання маневру «Зміна смуги». Приклад даного заходу наведено на малюнку 3.8 [20].

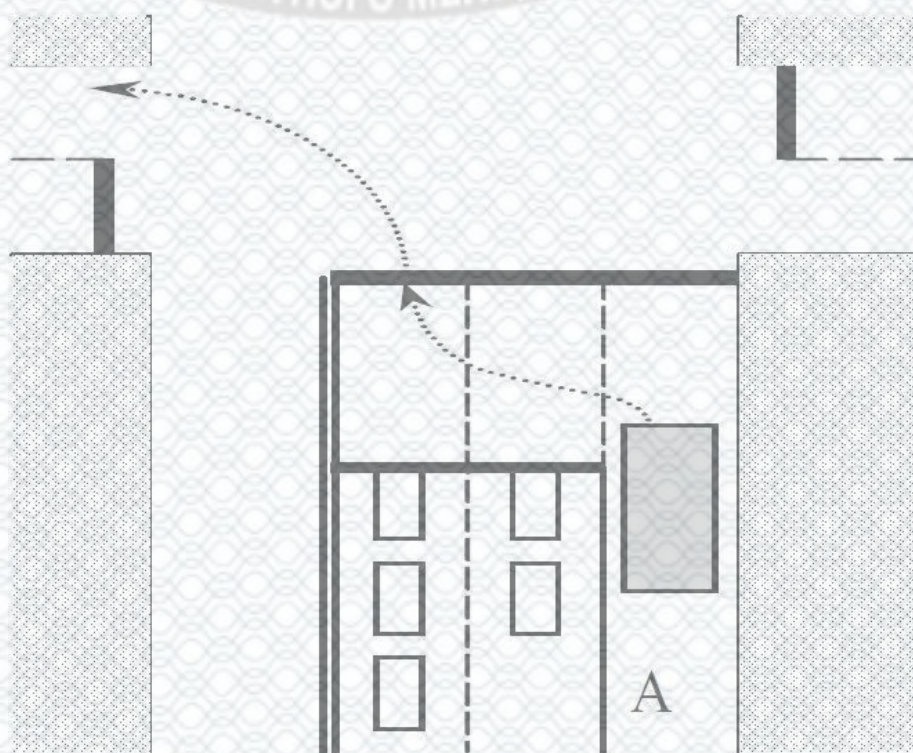


Рисунок 3.8 – Розділена стоп-лінія

Перерозподіл черги застосовується на перехрестях, на яких інтенсивність руху транспортного потоку вкрай висока, що не дозволяє виділити смугу для руху в зоні регульованого перетину. Необхідною умовою застосування даного заходу є високий рівень завантаження перехрестя, при якому транспортний потік не встигає перетнути перехрестя за один цикл світлофорного регулювання. Перерозподіл черзі дозволяє забезпечити прохід громадського транспорту через перехрестя протягом одного циклу, при цьому пропускна здатність не знижується.

Для прикладу, можна скористатися ситуацією, що виникає на завантаженому перехресті до впровадження даного заходу (рисунок 3.9 а) і після впровадження (рисунок 3.9 б). З рисунку видно, що в першому випадку автобус не встигає пройти перетин за час дозволяючого сигналу світлофорного регулювання. Для перерозподілу черги відокремлюється ділянку пріоритетною смуги, яка не доходить до перехрестя. У другому випадку видно, що автобус завжди виявляється на такій відстані від стоп лінії, яке дозволяє йому перетнути перехрестя протягом дозволяючого сигналу світлофорного регулювання.



Рисунок 3.9 - Захід методу перерозподілу черги: а) до впровадження; б) після впровадження

3.3.2 Забезпечення активного пріоритету

Існують методи забезпечення активного пріоритету, які обумовлені тим, що пріоритет здійснюється за рахунок зміни режимів світлофорного регулювання в залежності від знаходження автобусів на ВДМ. Вплив на режим роботи світлофорного об'єкта відбувається за певним сигналом, який формується за участю бортового обладнання транспорту, датчиків, встановлених на самому світлофорному об'єкті або детекторів транспорту, які перебувають над проїзною частиною на під'їзді до світлофорного об'єкту і пов'язаних передавачем зі світлофорним об'єктом.

Метод активного пріоритету для пропуску транспорту формує одну з груп методу адаптивного управління (АСУ) світлофорним регулюванням, об'єднаних спільною метою управління та загальною схемою по реалізації. Ця схема реалізується такими кроками як:

- формування сигналу про наближення транспортного засобу до перетину (запит на надання пріоритету) і передача інформації системі управління світлофорним об'єктом (контролеру або ЦУП);
- прогнозування моменту підходу транспорту (одиниці), що вимагає надання пріоритету, до стоп-лінії перед перехрестям;
- вибір варіантів надання пріоритету транспорту;
- розрахунок необхідних параметрів для здійснення світлофорного регулювання, що дозволяють надати пріоритетний пропуск транспорту і їх відпрацювання;
- фіксування проходу транспортної одиниці, якій було надано пріоритет, стоп-лінії і зняття виконаного запиту на пріоритетний пропуск.

Зарубіжна практика дозволяє передбачати додаткові операції, крім уже перерахованих вище. До таких операцій можна віднести:

- інформування водія про надання пріоритету, а також його умови, яке може реалізуватися включенням спеціального сигналу.

Ця форма не регламентована, тому в різних країнах, а часом і в різних містах

країни, вона реалізується по-різному. У Швеції (Гетерборга), наприклад, в разі, якщо трамваю неможливо забезпечити пріоритет, тобто дозволяє провести проїзд через перехрестя з затримкою, на спеціальному світлофорі включається сигнал «S» (СТОП). У Гельсінкі на звичайному світлофорному об'єкті включається спеціальний точковий сигнал, який розташований збоку від світлофорних головок;

- інформування водія транспортного засобу, яким необхідний пріоритетний пропуск, про отримання запиту на пріоритет. Наприклад, в Німеччині таке інформування водіїв реалізовано за допомогою спеціального сигналу «A» на спеціальному світлофорному об'єкті.

Необхідно розуміти, що точність розрахунку параметрів світлофорного регулювання повинна становити близько 1 с. Також ця точність бажана і для прогнозу прибуття транспорту до стоп-лінії. Для цього необхідно, щоб були відсутні будь-яких перешкод руху транспорту, що вимагає пріоритет, з боку основного транспортного потоку.

Запит, що подається контролеру для надання пріоритету, повинен містити інформацію про конкретний місцезнаходження транспорту, що дозволить здійснити прогноз про його прибуття до стоп-лінії. Також інформацією може служити ідентифікація самого транспортного засобу, що дозволить визначити його напрямок руху через перехрестя, дотримання розкладу чи графіка руху і т.п.

Позиціонування транспорту може виконуватися різними способами, наприклад:

- за допомогою активних або пасивних детекторів;
- за допомогою спеціальних детекторів (радіочастотних), які дозволяють «дізнатися» транспортний засіб за сигналом, що подається бортовим пристроєм;
- за допомогою систем GPS;
- за допомогою інфрачервоних датчиків, відеодетектора і датчиків інших типів, які використовуються в складі світлофорного поста.

Для прогнозування моменту прибуття певного транспорту, що вимагає пріоритету, використовуються математичні методи / алгоритми і статистичні дані про час проїзду від точки посилу запиту до стоп-лінії, а також оперативні данні про реальних режимах регулювання і транспортної ситуації на ВДМ в цілому.

Надання активного пріоритету можна виділити три основних стратегій надання пріоритету засобами світлофорного регулювання, такі як:

- продовження дозволяючого сигналу світлофорного регулювання;
- скорочення заборонного сигналу світлофорного регулювання;
- застосування спеціальної фази, що дозволяє здійснити рух транспорту,

яким потрібно надати пріоритет.

Крім того, на перегонах зі значною протяжністю, можливе застосування:

- покрокової корекції режиму роботи світлофорного об'єкта на протязі декількох циклів;
- скороченням тривалості фаз, що передують спричиненої («швидкий цикл») [42].

3.4 Визначення ширини смуг проїзної частини

Ширина смуги руху, призначена для руху автомобілів в один ряд і виділена зазвичай поздовжньої розміткою, визначає вигоди до траєкторії руху автомобіля. Чим менше ширина смуги, тим жорсткіші вимоги пред'являються до водія і тим більше його психічне напруження при забезпеченні точного положення автомобіля на дорозі. При малій ширині смуги, а також при зустрічному роз'їзді на вузькій дорозі водій під впливом зорового сприйняття знижує швидкість. Виходячи з досліджень на дорогах проведених професором Д. П. Велікановим отримана наступна залежність (формула 2.1), характеризує наближено зв'язок між швидкістю і необхідної шириною смуги дороги,

$$A = 0,015v_a + b_a + 0,3, \quad (3.1)$$

де, v_a - швидкість автомобіля, м/с;

b_a - ширина автомобіля, м; 0,3 - додатковий зазор, м.

Відповідно до даної залежності, швидкість, з якою водій середньої кваліфікації тривало і впевнено може вести автомобіль, орієнтовно становить: при управлінні легковим автомобілем і ширині смуги 3 м близько 65 км / год., а при ширині смуги 3,5 м близько 90 км / год; при управлінні автомобілем з габаритної шириною 2,5 м і шириною смуги 3,5 м близько 50 км / год. [33].

Виходячи з цих даних виходить, що 3,5 метрові смуги в місті з переважно легковим рухом, дозволяють їхати автомобілів зі швидкістю 90 км / ч. Часто підвищення швидкості відбувається мимоволі, тому що швидкість руху не відчувається. При широкій смузі руху, водій умовно не помічає машини на інших смугах. Дане рішення має як плюсом, водій може спокійно їхати, стежачи за обстановкою, яка відбувається перед ним, не замислюючись про те, що відбувається по краях автомобіля, так і мінусом, пильність знижується, водій мимоволі прискорюється. Існує ще один мінус широких смуг. На двох 3,5 метрових смугах дороги може вміститися 3 автомобілі (враховуючи, що середня ширина автомобіля з дзеркалами становить 2,1 м). Це призводить до вклинювання між рядами на світлофорах, небезпечні обгони по смузі розмітки.

У більшості європейських міст стандартною шириною смуги руху автомобілів в середньому складає 3 м. У порівнянні (рис. 3.10, наприклад, можна привести в порівняння дві 4-смугові дороги в Ейндховені (Нідерланди) і будь-якої широкої дороги в Україні (м. Вінниця).



Рисунок 3.10 - Порівняння ширини доріг в Ейндховені (ліворуч) і в Україні (м. Вінниця (праворуч))

Звуження смуг єзасобом з величезним потенціалом для міста, завдяки яким можна уникнути деяких реконструкцій та розширень. Згідно з даними з американського Highway Capacity Manual 2000 («Керівництва по пропускній здатності автомагістралей»): при зниженні ширини смуги з 3,6 до 3 метрів вільна швидкість потоку) поетапно знижується від 1 до 10 км / год (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Зниження швидкості руху автомобілів щодо ширини смуг

Ширина смуги, м	Зниження вільної швидкості потоку, км/год.
3,6	0
3,5	1,0
3,4	2,1
3,3	3,1
3,2	5,6
3,1	8,1
3,0	10,6

За рахунок зниження «вільної швидкості» автомобілів навіть на 1 км / год кількість ДТП зі смертельним результатом знижується на 3-8%, за даними проведених досліджень і представленим на конференції транспортних міністерств Європи в 2006 році. Цей факт скорочення нещасних випадків важливий, в першу чергу, для безпеки пішоходів.

3.5 Опис різних варіантів виділених смуг може бути застосовано до вулично-дорожньої мережі м. Вінниці

Виходячи з розглянутих варіантів відокремлення смуг руху міського громадського транспорту від основного потоку було зроблено впровадження трьох основних варіантів в умови центральній частині міста Вінниці. А також проведено аналіз маршрутів, прив'язаних до тієї чи іншої виділеної смуги, а також реорганізацію деяких маршрутів.

- 1) Крайня права смуга, розташована поруч з тротуаром:

Даний варіант передбачає виділення смуг на двох основних вулицях центральної частини, таких як просп. Коцюбинського, а також на невеликих ділянках вул. Соборна. Всі виділені смуги представлені на рисунку 3.11.

На підставі цієї схеми відокремлення смуг, маршрутна мережа руху автобусів по не зазнає жодних змін, а лише створить умови для дотримання розкладу і знизить кількість затримок міського пасажирського транспорту під час руху по центральній частині міста.



Рисунок 3.11 - Крайня права виділена смуга під громадський транспорт

2) Виділена вулиця під громадський транспорт

Пропонується виділити цілу вулицю для руху тільки громадського транспорту та пішоходів. На цю роль відмінно підходить проспект Коцюбинського (рисунок 3.12). Весь громадський транспорт пропонується ввести на проспект. Дана міра дозволить ізолювати громадський транспорт від основного потоку і виключити затримки автобусів при русі через центральну частину міста.

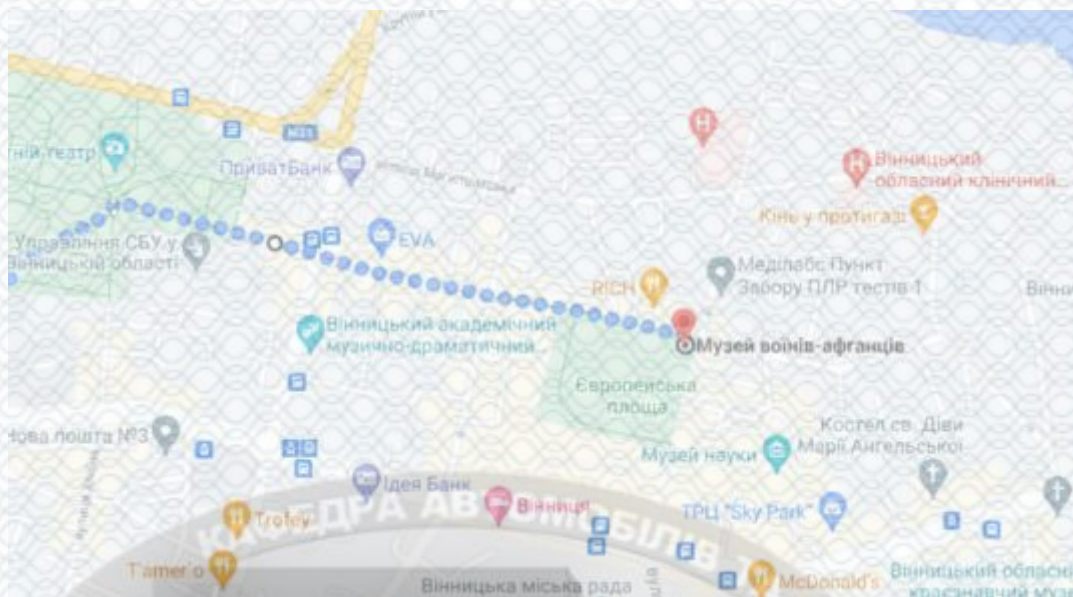


Рисунок 3.12 - Виділена вулиця під громадський транспорт

- 3) Смуга руху міського транспорту загального користування назустріч основному потоку транспорту (контрполоса)

Цей варіант також, як і перший, передбачає виділення смуг на двох основних вулицях, таких як вул. Соборна, але в напрямку назустріч основному потоку транспортних засобів, а також на невеликих ділянках. Всі виділені смуги представлені на рисунку 3.13.

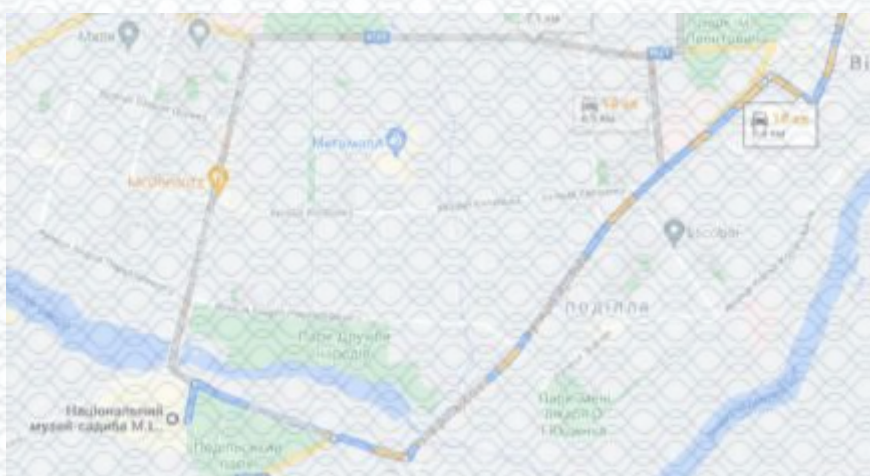


Рисунок 3.13 - Впровадження автобусних смуг назустріч основному потоку транспортних засобів (контрполоса)

На підставі запропонованого варіанту, велика частина автобусних маршрутів змінить схему свого руху.

3.6 Реалізація варіантів відокремлення смуг для міського транспорту загального користування за допомогою програми імітаційного моделювання

Наведені вище варіанти відокремлення смуг для громадського транспорту і відповідні заходи для поліпшення руху всього потоку транспортних засобів в центральній частині м. Вінниці реалізовані в комп'ютерній програмі імітаційного моделювання TSS Aimsun NG. Використовувані в програмі модулі дозволяють без особливих проблем побудувати, змодельовати рух транспортного потоку і оцінити заходи для поліпшення руху на їх доцільність впровадження.

На рисунку 3.14 наведено основне вікно інтерфейсу програми. В даному програмному забезпеченні є багато інструментів для побудови моделі транспортної мережі, маніпулювання трафіком міських транспортних мереж. При цьому підтримується управління цим трафіком, а також управління світлофорними об'єктами. У вікні представлені основні зони: карта вуличної мережі, інструменти для побудови вуличної мережі, мережа (внесені дані відображені в моделі) і журнал, в якому відображаються записи про події в хронологічному порядку.

Програма імітаційного моделювання Aimsun є повнофункціональним комплекс інструментів аналізу транспортних потоків і перевезень. Це дозволяє здійснювати планування, детальне моделювання та дослідження вимог і умов діяльності в сфері транспорту. Завдяки інтегрованої платформі, Aimsun надає можливості для виконання не тільки статистичного, а й динамічного моделювання [41].

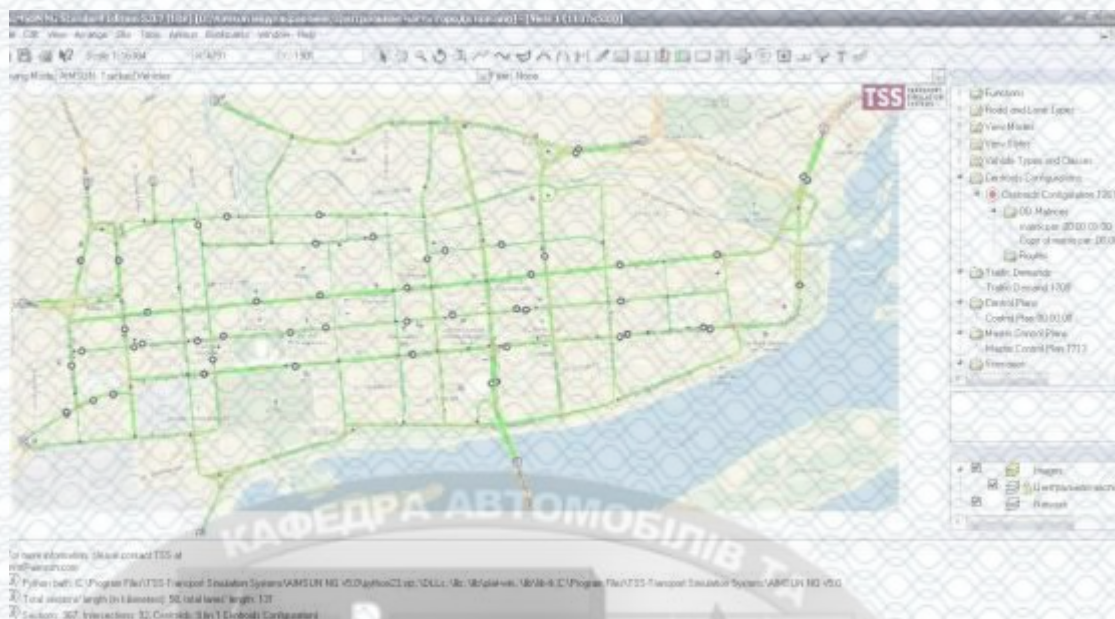


Рисунок 3.14 – Головне вікно інтерфейсу програми імітаційного моделювання Aimsun [36]

Для отримання повної картини того, що відбувається спочатку було виконано оцінку транспортної ситуації без виконання будь-яких заходів. Була побудована існуюча мережа, розраховані входні потоки на основних магістралях центральній частині міста за допомогою натурального обстеження, прокладені маршрути руху всього громадського транспорту проходить через центральну частину міста, задані транспортні кореспонденції і т.д.

Дані по всьому транспортному потоку, що здійснює руху через центр міста, представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 3.3 - Дані по транспортному потоку без проведення заходів

Параметр	Основний потік	Автобуси	Загальна
Кількість ТЗ в мережі, од	15319	282	15601
щільність потоку	16,77	0,51	17,28
Середня швидкість, км / год	32,26	18,53	32,51
Відхилення середньої швидкості, км / год	8,7	3,07	8,59
Гармонійна швидкість, км / год	29,98	18,05	29,77
Відхилення гармонійної швидкості, км / год	8,7	3,03	8,6
Середній час поїздки, сек / км	120	188	121
Відхилення від середнього часу поїздки, сек / км	43	31	44
Середній час затримки, сек / км	53	116	54

Продовження таблиці 3.3

Параметр	Основний потік	Автобуси	Загальна
Відхилення середньої часу затримки, сек / км	43	31	43
Середній час зупинки, сек / км	36	86	37
Відхилення середньої часу зупинки, сек / км	32	28	33
Кількість зупинок на ТЗ	1,65	3,3	1,68
Загальна відстань, км	57027,97	1084,461	58112,45
Загальний час, витрачений на проходження мережі, сек	6781577,5	203739,22	6985312,5

3.6.1 Крайня права смуга руху міського транспорту загального користування

При організації пріоритету руху міського транспорту загального користування по крайній правій смузі дороги (перший варіант) пропонується відокремити смуги для руху транспорту по традиційному варіанту, а саме крайня права смуга руху. Даний варіант існує в мережі міста, але не виконується як з боку маршрутних транспортних засобів, так і інших автомобілістів. Для цього необхідно фіксувати всі порушення, які виникають на вулицях міста, де є виділені смуги для громадського транспорту.

Було вироблено звуження деяких смуг на ВДМ Центрального району (вул. Магістрацька і вул. Замостянська) з метою виділення ще однієї смуги для руху автомобільного транспорту, зокрема автобусів. При моделюванні були отримані дані по вуличній мережі, які представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Дані по транспортному потоку при організації руху міського транспорту загального користування по крайній правій смузі дороги

Параметр	Основний потік	Автобуси	Загальна
1	2	3	4
Кількість ТЗ в мережі	14866	283	15154
щільність потоку	16,09	0,47	16,57
Середня швидкість, км / год	31,79	20,22	31,57
Відхилення середньої швидкості, км / год	8,67	3,08	8,57
Гармонійна швидкість, км / год	29,33	19,72	29,16
Відхилення гармонійної швидкості, км / год	8,48	3,15	8,4
Середній час поїздки, сек / км	120	182	121

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
Відхилення середньої часу поїздки, сек / км	40	30	40
Середній час затримки, сек / км	53	109	54
Відхилення середньої часу затримки, сек / км	39	30	40
Середній час зупинки, сек / км	36	82	37
Відхилення середньої часу зупинки, сек / км	32	27	33
Кількість зупинок на ТЗ	1,77	3,16	1,8
Загальна відстань, км	55011,05	1085,43	56096,53
Загальний час, витрачений на проходження мережі, сек	6624439	195698,5	6820134,5

Ефективність впровадження такої схеми можна оцінити за допомогою середньої швидкості руху громадського транспорту (рисунок 3.15) і середнього часу поїздки по мережі (рисунок 3.16) в порівнянні з існуючою схемою.

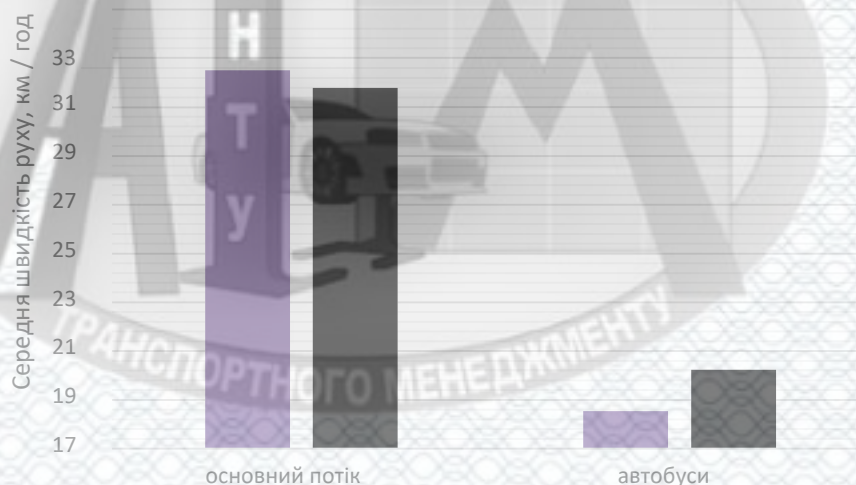


Рисунок 3.15 - Середня швидкість руху громадського транспорту

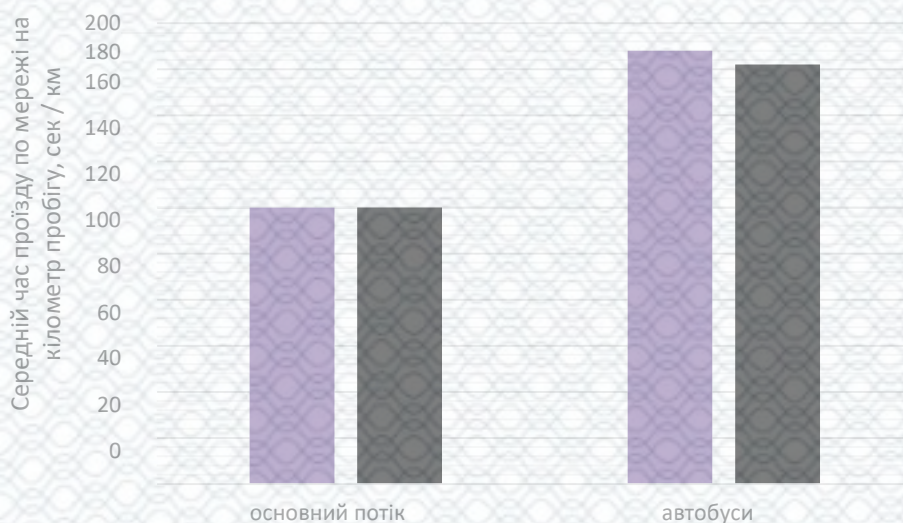


Рисунок 3.16 – Середній час проїзду по мережі на кілометр пробігу

При цьому можна відзначити, що середня швидкість руху за маршрутами виросла на 2 км / год, а середній час поїздки на кілометр скоротилося на 6 секунд, що відбивається на загальному часу проїзду мережі для транспорту загального користування. При цьому швидкість руху основного потоку скоротилося всього на 0,5 км / год, а час подолання 1 кілометра шляху залишилася на тому ж рівні.

3.6.2 Організація руху міського транспорту загального користування на пр. Коцюбинського

Як було описано раніше, другий варіант є організацією руху автобусів по пр. Коцюбинського. При моделюванні були отримані дані по вуличній мережі, які представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Дані по транспортному потоку при організації руху міського транспорту загального користування по пр. Коцюбинського

Параметр	Основний потік	Автобуси	Загальна
Кількість ТЗ в мережі	15042	266	14776
щільність потоку	16,08	0,52	16,61
Середня швидкість, км / год	30,39	18,77	30,18
Відхилення середньої швидкості, км / год	9,8	3,52	9,7
Гармонійна швидкість, км / год	26,81	18,08	26,66
Відхилення гармонійної швидкості, км / год	9,79	3,55	9,8
Середній час поїздки, сек / км	134	199	135
Відхилення середньої часу поїздки, сек / км	60	42	61
Середній час затримки, сек / км	67	125	68
Відхилення середньої часу затримки, сек / км	60	42	60
Середній час зупинки, сек / км	49	97	50
Відхилення середньої часу зупинки, сек / км	54	37	55
Кількість зупинок на ТЗ	2,16	3,43	2,18
Загальна відстань, км	51027,83	1064,689	52092,52
Загальний час, витрачений на проходження мережі, сек	6562859,5	210971,71	677830

Виходячи із запропонованої схеми велика частина автобусних маршрутів, що проходять через центральну частину міста, змінять схему свого руху.

Ефективність впровадження такої схеми можна оцінити за допомогою середньої швидкості руху громадського транспорту (рисунок 3.17) і середнього часу поїздки по мережі (рисунок 3.18) в порівнянні з існуючою схемою.

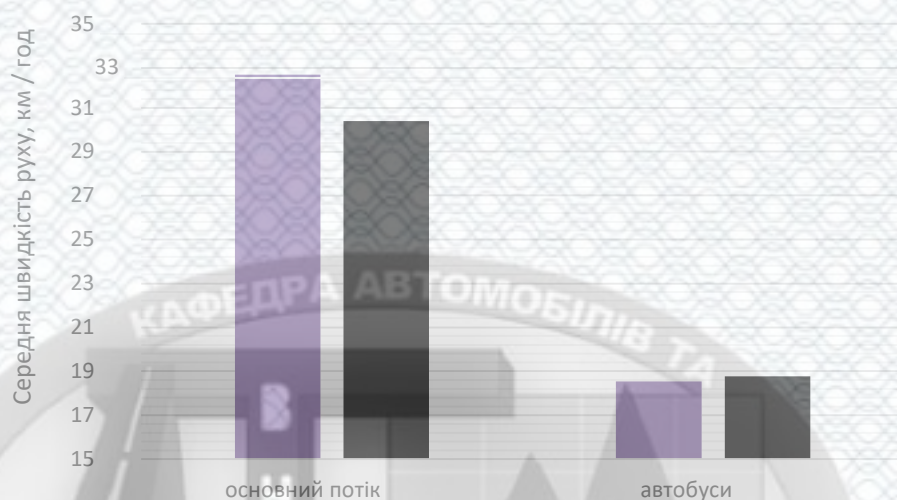


Рисунок 3.17 - Порівняння середньої швидкості руху громадського транспорту

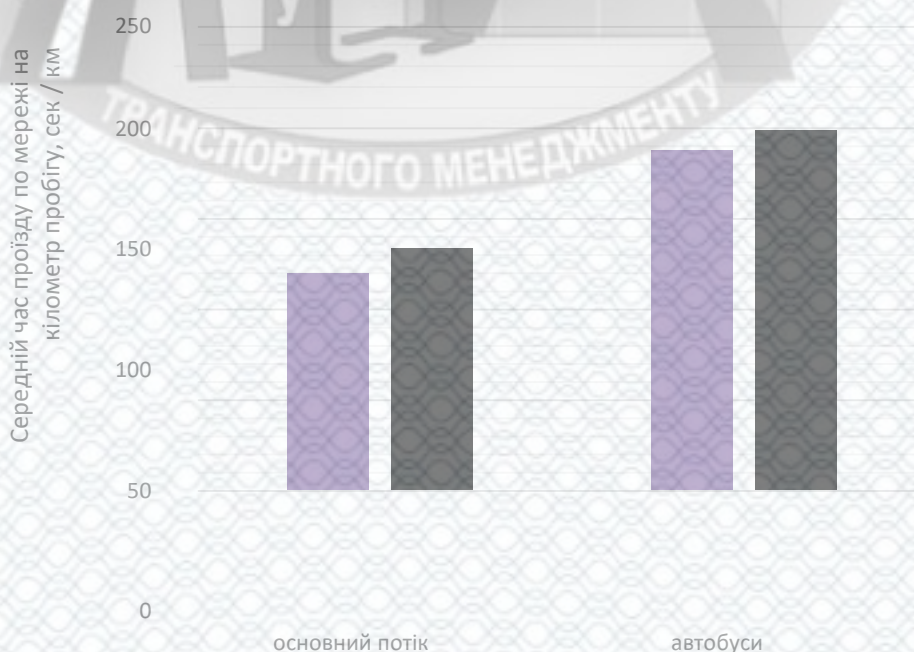


Рисунок 3.18 - Середній час проїзду по мережі на кілометр пробігу

Середня швидкість руху по маршрутах практично залишилася на тому ж рівні, а середній час поїздки на кілометр збільшилася на 11 секунд, що відбивається на загальному часу проїзду мережі для транспорту загального

користування. Швидкість руху основного потоку скоротилося на 2 км / год і час поїздки на кілометр збільшилася 14 секунд. Також можна помітити, що загальна кількість транспортних засобів присутніх в мережі помітно знизилася.

3.6.3 Організація руху міського транспорту загальногкористування назустріч основному потоку

Такий варіант виділених смуг передбачає рух автобусів назустріч основному потоку транспортних засобів. При цьому на вул. Соборна організовується так зване двосторонній рух.

При моделюванні були отримані дані по вуличній мережі, які представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Дані по транспортному потоку при організації руху міського транспорту загального користування назустріч основному потоку

Параметр	Основний потік	Автобуси	Загальна
Кількість ТЗ в мережі	14503	261	14764
щільність потоку	16,34	0,57	16,92
Середня швидкість, км / год	31,71	18,34	31,48
Відхилення середньої швидкості, км / год	9,7	3,52	9,6
Гармонійна швидкість, км / год	28,7	17,65	28,51
Відхилення гармонійної швидкості, км / год	9,29	3,49	9,2
Середній час поїздки, сек / км	125	204	126
Відхилення середньої часу поїздки, сек / км	49	43	50
Середній час затримки, сек / км	58	130	59
Відхилення середньої часу затримки, сек / км	49	43	50
Середній час зупинки, сек / км	41	100	42
Відхилення середньої часу зупинки, сек / км	40	38	41
Кількість зупинок на ТЗ	1,88	3,6	1,91
Загальна відстань, км	52267,5	1110,83	53378,36
Загальний час, витрачений на проходження мережі, сек	6462261,5	225423,55	6687682

В даній схемі, як і в другій, велика частина автобусних маршрутів, що проходять через центральну частину міста, змінять схему свого руху.

Ефективність впровадження такої схеми можна оцінити за допомогою середньою швидкістю руху громадського транспорту (рисунок 3.19) і середнього часу поїздки по мережі (рисунок 3.20) в порівнянні з існуючою схемою.



Рисунок 3.19 - Порівняння середньої швидкості руху громадського транспорту

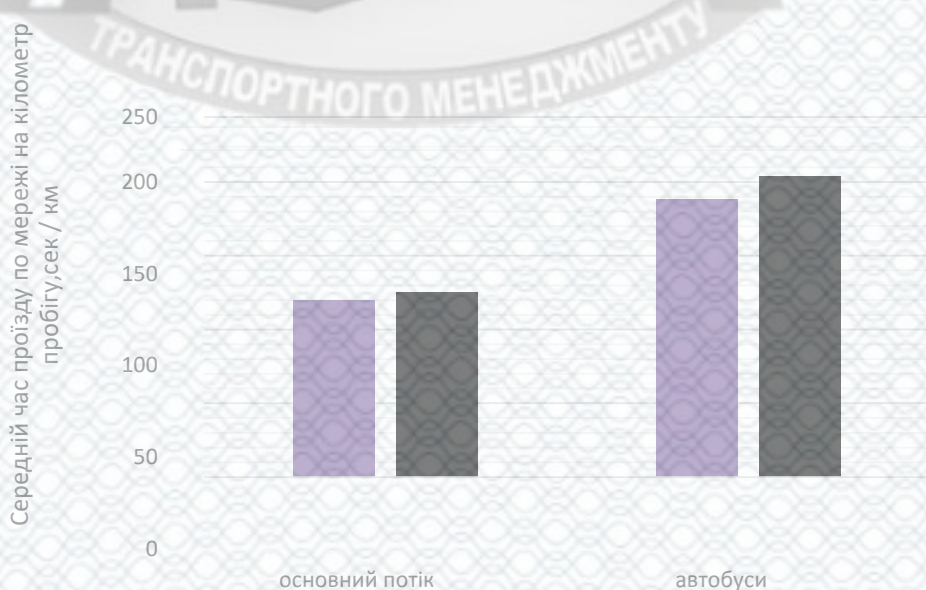


Рисунок 3.20 - Середній час проїзду по мережі на кілометр пробігу

Середня швидкість руху міського громадського транспорту практично залишилася на тому ж рівні, а середній час поїздки на кілометр збільшилася на 16 секунд, що відбивається на загальному часу проїзду мережі для транспорту

загального користування. На даний показник більшою мірою вплинула зміна схеми руху більшості автобусів. Швидкість руху основного потоку скоротилося менш ніж на 1 км / год. і час поїздки на кілометр збільшилася 5 секунд. Також можна помітити, що загальна кількість транспортних засобів присутніх в мережі помітно знизилася в порівнянні з першим варіантом і в мережі без зміни.

3.7 Вибір ефективного вирішення по організації виділених смуг серед основних варіантів

Основною оцінкою за вибором ефективного вирішення є такий показник як середня швидкість руху, як міського пасажирського транспорту загального користування, так і потоку в цілому.

Вибір найбільш ефективного вирішення при організації виділених смуг повинна не давати більший негативний ефект для руху основного потоку транспорту, який проявляється в деяких варіантах, запропонованих вище.

Для наочного прикладу можна навести показник середньої швидкості руху по кожному з маршрутів, які прямують через центральну частину міста. Гістограми з отриманими значеннями по середній швидкості маршрутів представлені на малюнках 3.21 - 3.22.

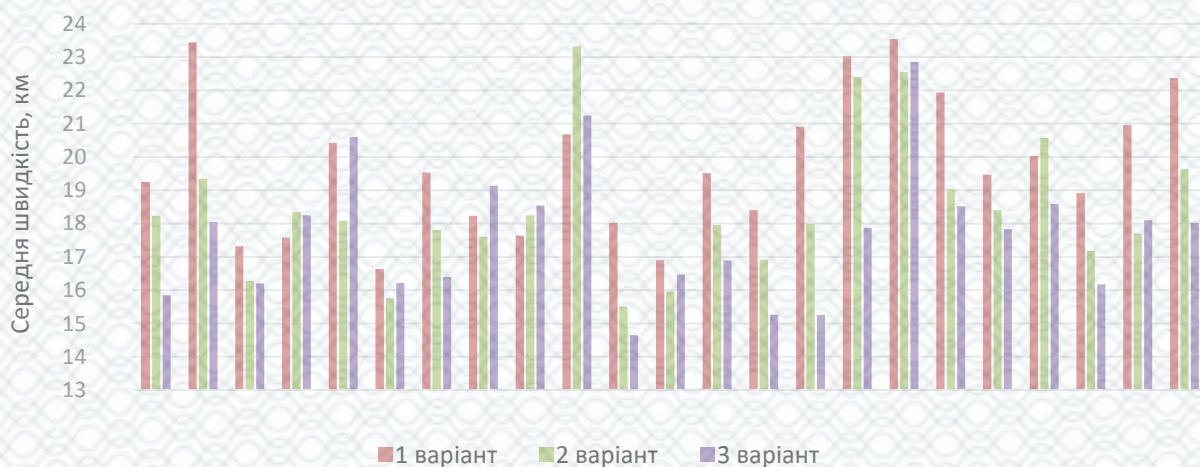


Рисунок 3.21 - Порівняння середньої швидкості руху за маршрутами при різних варіантах організації виділеної смуги руху

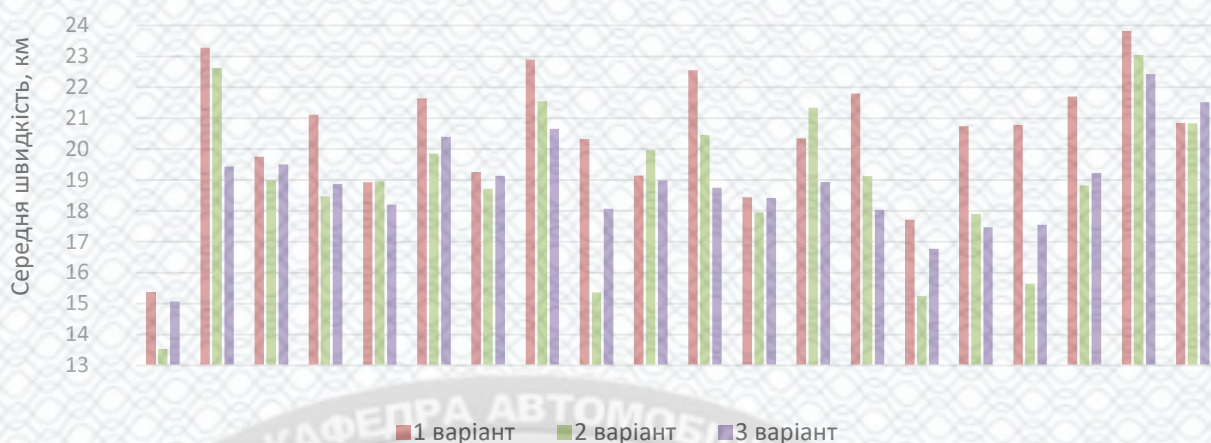


Рисунок 3.22 – Порівняння середньої швидкості руху за маршрутами при різних варіантах організації виділеної смуги руху

Виходячи з результатів, наведених в гистограммах, можна зробити висновок, що найбільший ефект щодо збільшення середньої швидкості руху на багатьох маршрутах приносить перший варіант.

У разі загального потоку гистограма показника «Середня швидкість» буде виглядати наступним чином і представлена на рисунку 3.23.

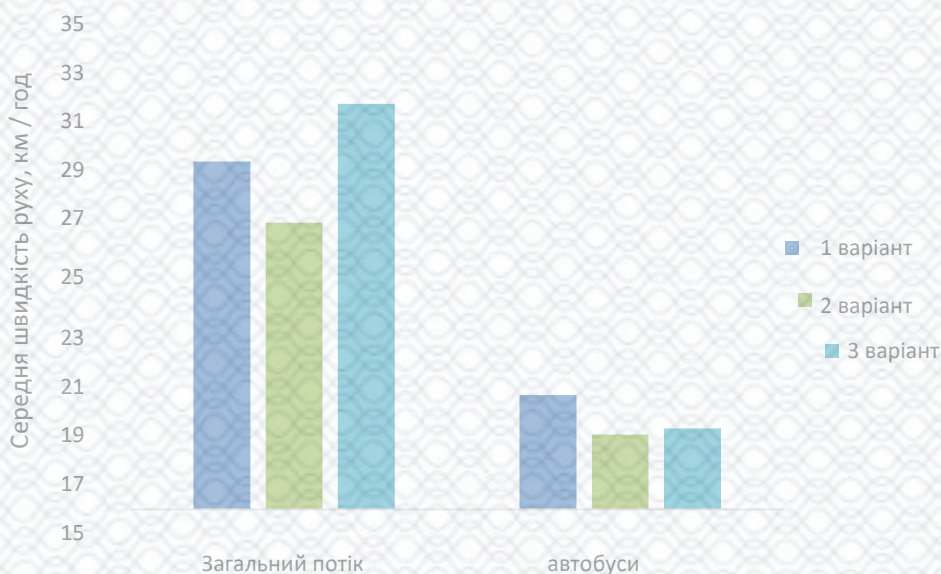


Рисунок 3.23 – Середня швидкість руху при різних рішеннях по загальному потоку і пасажирському транспорту

При цьому видно, що найбільшу середню швидкість показує міський транспорт загального користування в першому варіанті, а середню швидкість руху загального потоку в третьому варіанті, що на 2 км / год більше ніж в першому. Однак варто зазначити що загальне число транспортних засобів, що пройшли через рівну кількість часу в моделюванні відрізняються і становлять 15154 одиниці при першому варіанті, а при третьому всього 14764 одиниці. Отже, пропускна здатність ВДМ при третьому варіанті знизилася.

Виходячи з проведеного аналізу та моделювання цих рішень найбільш ефективною схемою є перший варіант виділення відокремлених смуг для міського транспорту загального користування, а саме крайня права виділена смуга для міського транспорту загального користування.

3.8 Аналіз обраної схеми організації виділених смуг

Виходячи з обраного у другому розділі цієї роботи варіанту організації виділених смуг для міського громадського транспорту виявлено, що найбільш ефективною схемою організації є традиційний спосіб організації виділених смуг, по напрямку руху з основним потоком транспортних засобів. Дана схема представлена на рисунку 3.24.

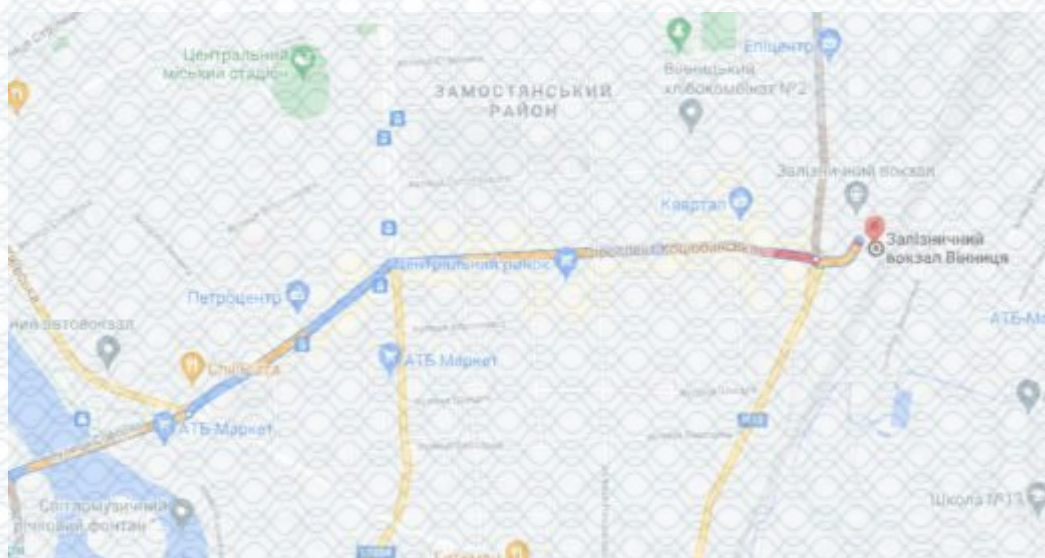


Рисунок 3.24 – Схема організації виділених смуг в центральній частині міста

Цей варіант є найбільш вигідним серед інших варіантів, зокрема через свою простоту і менших капітальних витрат на організацію виділених смуг.

Основним параметром показує ефективність тієї чи іншої схеми є середня швидкість руху транспортних засобів. Виходячи з представлених результатів моделювання за маршрутами можна відзначити, що в більшій частині запропоновані схеми дають позитивний ефект, але не для кожного учасника руху. На малюнках 3.25 - 3.26 наведені дані по середній швидкості на кожному з маршруту руху.

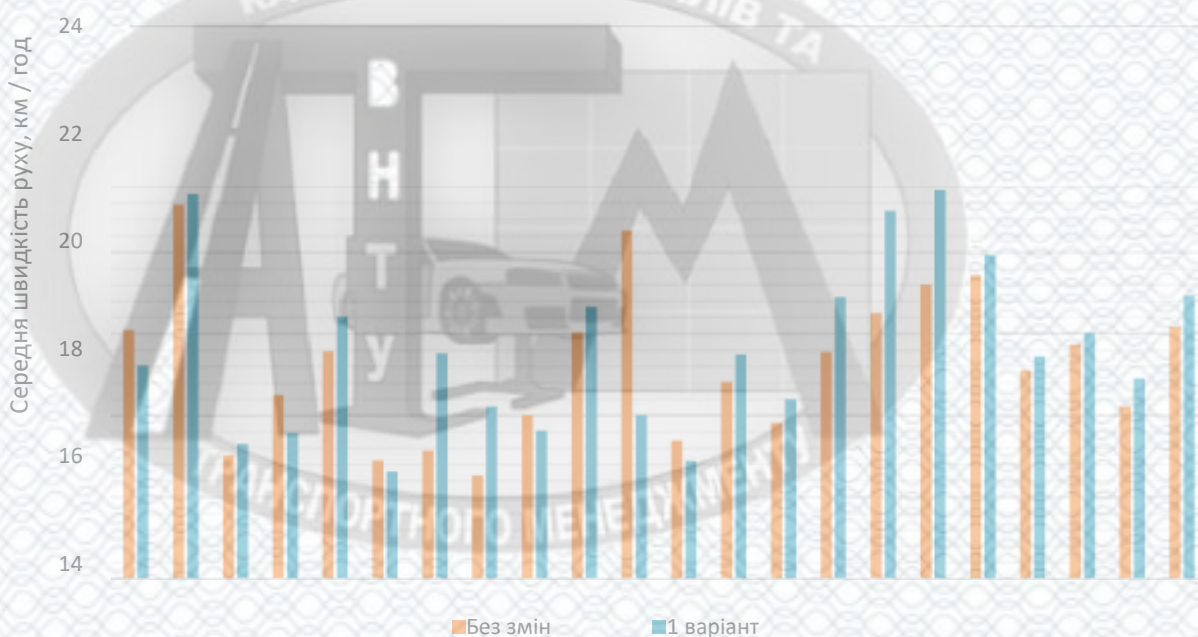


Рисунок 3.25 - Порівняння показника «Середня швидкість» на маршрутах

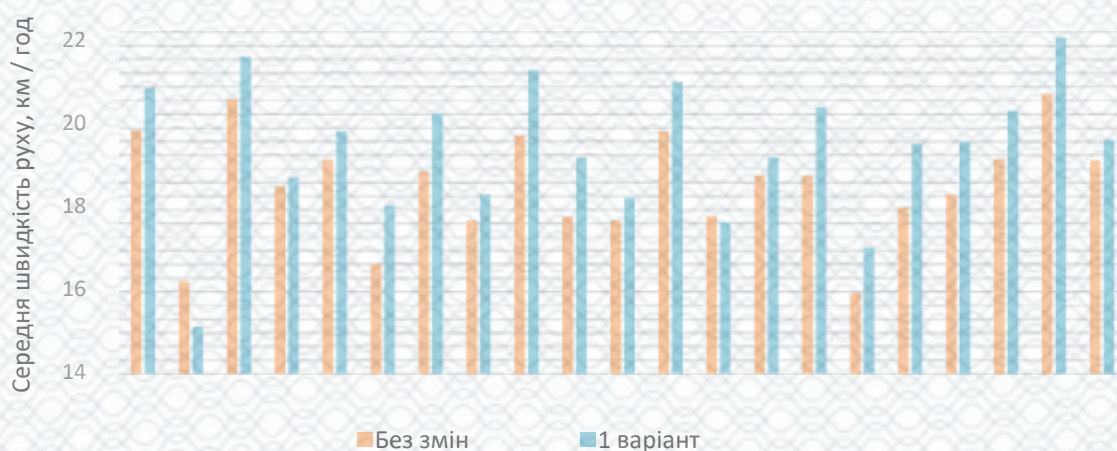


Рисунок 3.26 - Порівняння показника «Середня швидкість» на маршрутах автобусів

З діаграм можна сказати, що обраний варіант дійсно дає позитивний ефект для руху громадського транспорту. У більшому випадку саме цей варіант підвищує середню швидкість руху на маршрутах руху. А також даний варіант, при належному підході, меншим чином впливає на рух основного потоку транспорту по вулично-дорожньої мережі центральної частини м. Вінниці, знижуючи швидкість руху основного потоку всього на 0,5 км / год.

Порівняння варіантів за середнім подолання 1 кілометра шляху на один транспортний засіб представлено на рисунку 3.27.

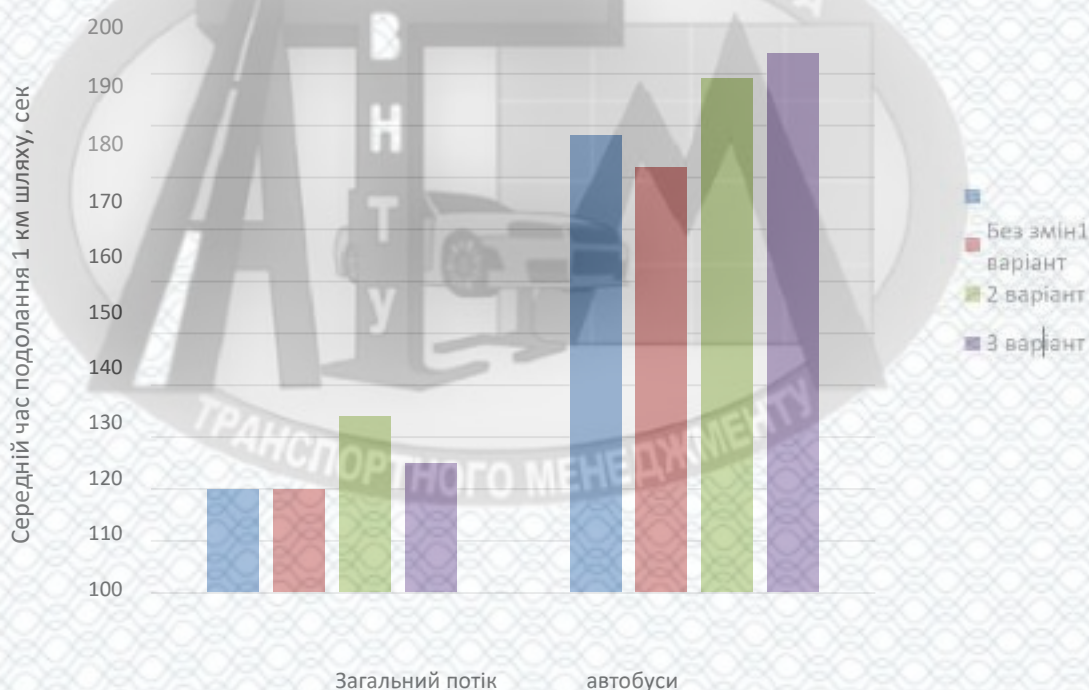


Рисунок 3.27 - Порівняння середнього часу проїзду 1 кілометра шляху різними видами транспорту при наведених варіантах

З малюнка видно, що середній час проходження 1 кілометра шляху досить відрізняється. Найбільше значення часу проходження у автобусів спостерігається у третього варіанту (контрполоса) і становить 3,5 хвилини, тоді як у першого варіанта даний показник становить 3 хвилини. Для забезпечення введення виділених смуг в умови міста, необхідно виконати деякі заходи щодо поліпшення якості руху на ВДМ центрального району.

3.9 Розробка додаткових заходів по поліпшенню транспортної ситуації на проспекті Коцюбинського м. Вінниці

Отже розташування відокремленої смуги руху в межах конкретної проїзної частини є складним рішенням, яке пропонує більше варіантів, ніж це може бути відразу очевидним. Конфігурація автобусної смуги, також відома як вирівнювання, має вирішальне значення для досягнення швидких та ефективних операцій шляхом мінімізації потенційних конфліктів з поворотом автомобілів, зупинкою таксі та розвантаженням вантажних автомобілів.

Найкращі конфігурації мінімізують ті конфлікти, які найбільше трапляються на узбіччі: двосторонні магістралі в центральній частині проїзної частини, двосторонні магістралі, які пролягають поруч із крайовим станом, як набережна та коридори лише для автобусів, як транзитний торговий центр.

Двосторонній автобус, який курсує на узбіччі вулиці, отримує менше переваг, через проблеми безпеки, оскільки пішоходи навряд чи очікують, що рух транспорту буде йти з протилежного напрямку.

Наведемо запропоновані оптимальні перерізи ділянок доріг різної ширини (рис. 3.28 – 3.30) [4-8].

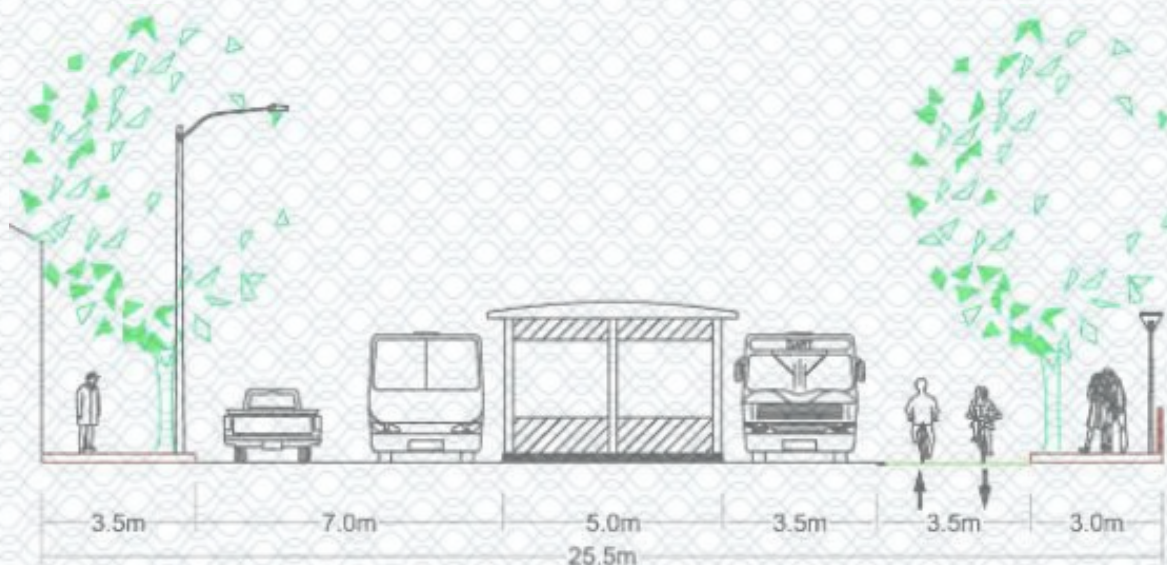


Рисунок 3.28 – Переріз ділянки дороги шириною 25,5 метрів

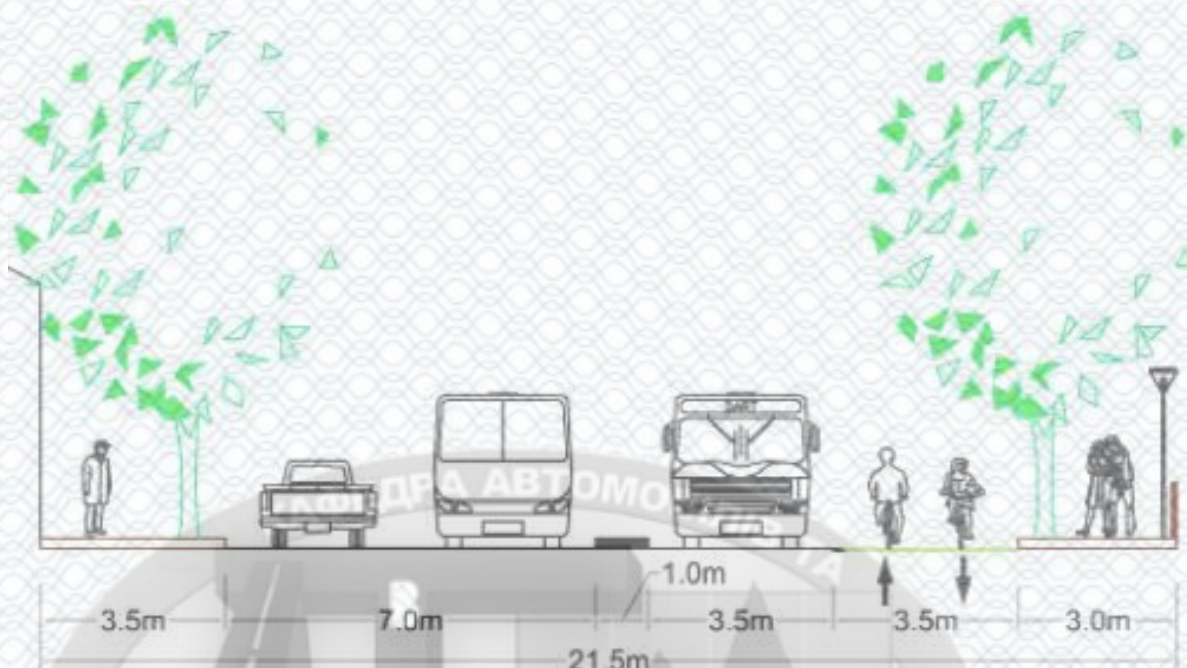


Рисунок 3.29 – Переріз ділянки дороги шириною 21,5 метрів

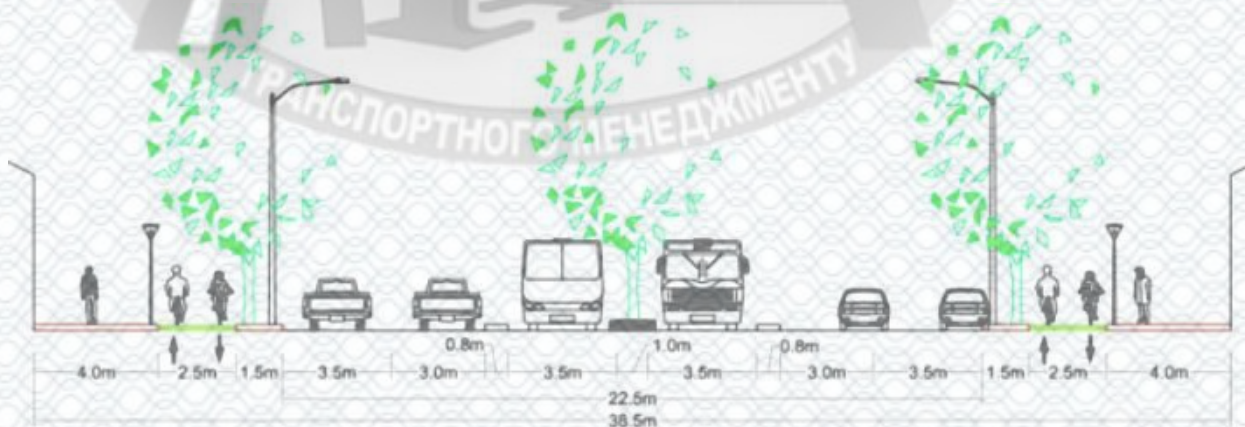


Рисунок 3.30 - Переріз ділянки дороги шириною 38,5 метрів

Отже автобусні смуги можуть забезпечити різні переваги: експлуатаційну ефективність, економію часу пасажирів, збільшені доходи від проїзду, вигоди від зниження транспортних витрат (зменшення інтенсивності дорожнього руху та заторів, безпеку руху, енергозбереження та скорочення викидів шкідливих речовин), покращення соціальної складової, перевезення пільгових категорій громадян.

Проблема в тому, що спеціальні автобусні смуги оцінюються різними способами, що може призвести до дуже різних висновків щодо їх застосування. Короткострокова перспектива враховує лише прямий вплив спеціальних смуг на організацію дорожнього руху, на можливість збільшення заторів на сусідніх смугах. Більш довгострокова перспектива враховує інші фактори, включаючи загальну економію часу в дорозі, загальні економічні витрати та вигоди, вплив на соціальну справедливість та підтримка цілей стратегічного планування, таких як розвиток більш компактної та мультимодальної спільноти. Комплексний аналіз враховує загальні, довгострокові результати впровадження автобусних смуг, реалізовані в рамках інтегрованої програми політики розвитку міста і громади.

1) Зміна ширини смуг.

В ході проведеного аналізу вулично-дорожньої мережі були виявлені деякі ділянки, на яких можна провести перерозметкою дорожнього полотна. Цей захід, при організації виділених смуг, дозволить без проблем і з більшою ефективністю здійснити впровадження цих самих смуг, не приносячи в збиток рух основного транспортного потоку. Зміна ширини смуг на пр. Коцюбинського. На даний момент часу просп. Коцюбинського 2 смугову дорогу. Для визначення доцільності звуження смуги необхідно побудувати профіль дороги (рисунок 3.31). Ширина дороги становить 10,5 - 11 м, що дозволяє облаштувати без реконструкції одну додаткову смугу.



Рисунок 3.31 - Профіль просп. Коцюбинського до зміни розмітки

При такій ширині дороги і ширині однієї смуги 4 м при зміні розмітки можна розмітити 3 смуги при ширині 3,2 м. У підсумку виходить наступний профіль вулиці (рис. 3.32):



Рисунок 3.32 – Профіль просп. Коцюбинського після зміни розмітки

Цей варіант зміни кількості смуг необхідні при проектуванні другого і третього варіанту, де потрібно забезпечити відтік міського громадського транспорту, з яким існуюча схема не зможе впоратися.

Зміна ширини смуг на просп. Коцюбинського.

Для введення безперервної виділеної смуги руху міського транспорту загального користування, необхідно провести будь-які заходи щодо збільшення смуг руху ділянці просп. Коцюбинського, де відбувається звуження 3-х смугової дороги в ширину 2-х смугову (рисунок 3.33).

За загальними правилами, відокремлені смуги недоцільно вводити на дорогах, де загальна кількість смуг менше 3-х. Виходячи з вищесказаного, необхідно провести заходи щодо звуження ширини смуг і введенням додаткової автобусної смуги.

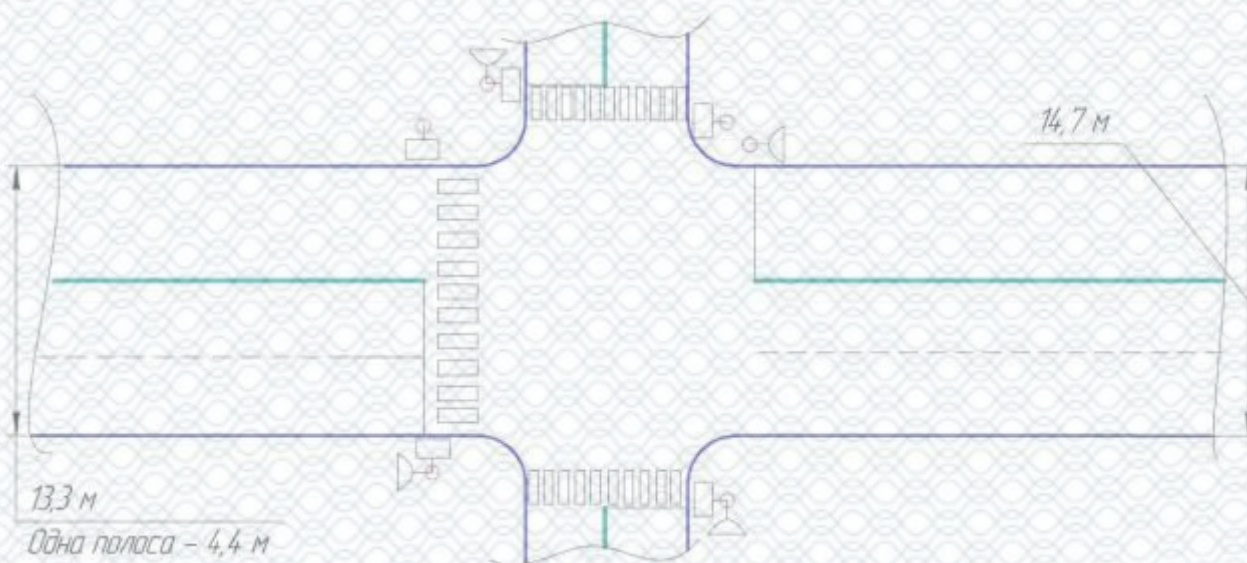


Рисунок 3.33 – Просп. Коцюбинського до проведення заходу

Дана ділянка шириною від 13,3 м (найширший ділянку цієї дороги становить 14,7 м) дозволяє при загальному звуженні ширини смуг домогтися ефекту введення додаткової смуги, при цьому враховуючи смуги для громадського транспорту як з однієї, так і з протилежного боку дороги (рисунок 3.34).

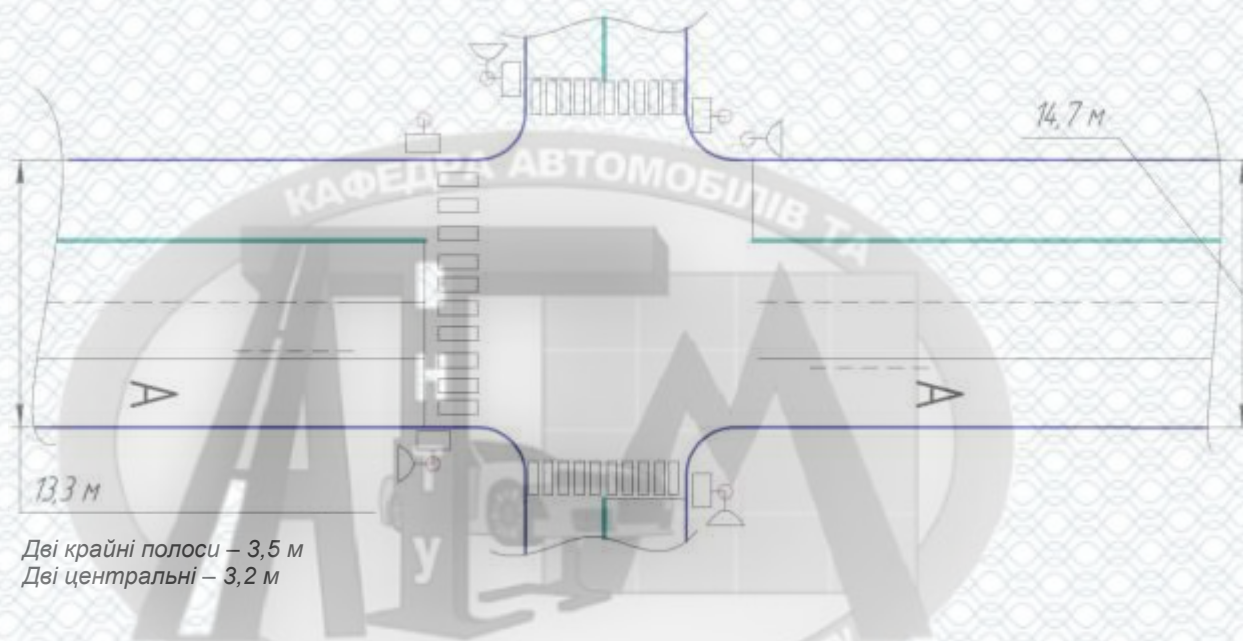


Рисунок 3.34 - Просп. Коцюбинського після проведення заходу

Виходячи з цієї схеми можна сказати, що з'явилася можливість виділити смугу для громадського транспорту, що не принісши в збиток рух основного потоку, який також буде продовжувати рух по 2-му смугах, як це було до збільшення кількості смуг для руху.

Зміна ширини смуг на просп. Коцюбинського.

При цьому виходить, що ширина однієї смуги починається від 4 м. Також на цій ділянці є дорожній знак 3.24 «Обмеження максимальної швидкості» 50 км / год, що не дотримується автомобілістами, які проходять цей перегін.

В даному варіанті пропонується збільшити кількість смуг з двох до трьох у напрямку руху транспорту, при цьому ширина однієї смуги скоротиться з 4-х метрів до 3,2 метра. Схема виглядає наступним чином і представлена на рисунках 3.35, 3.36.

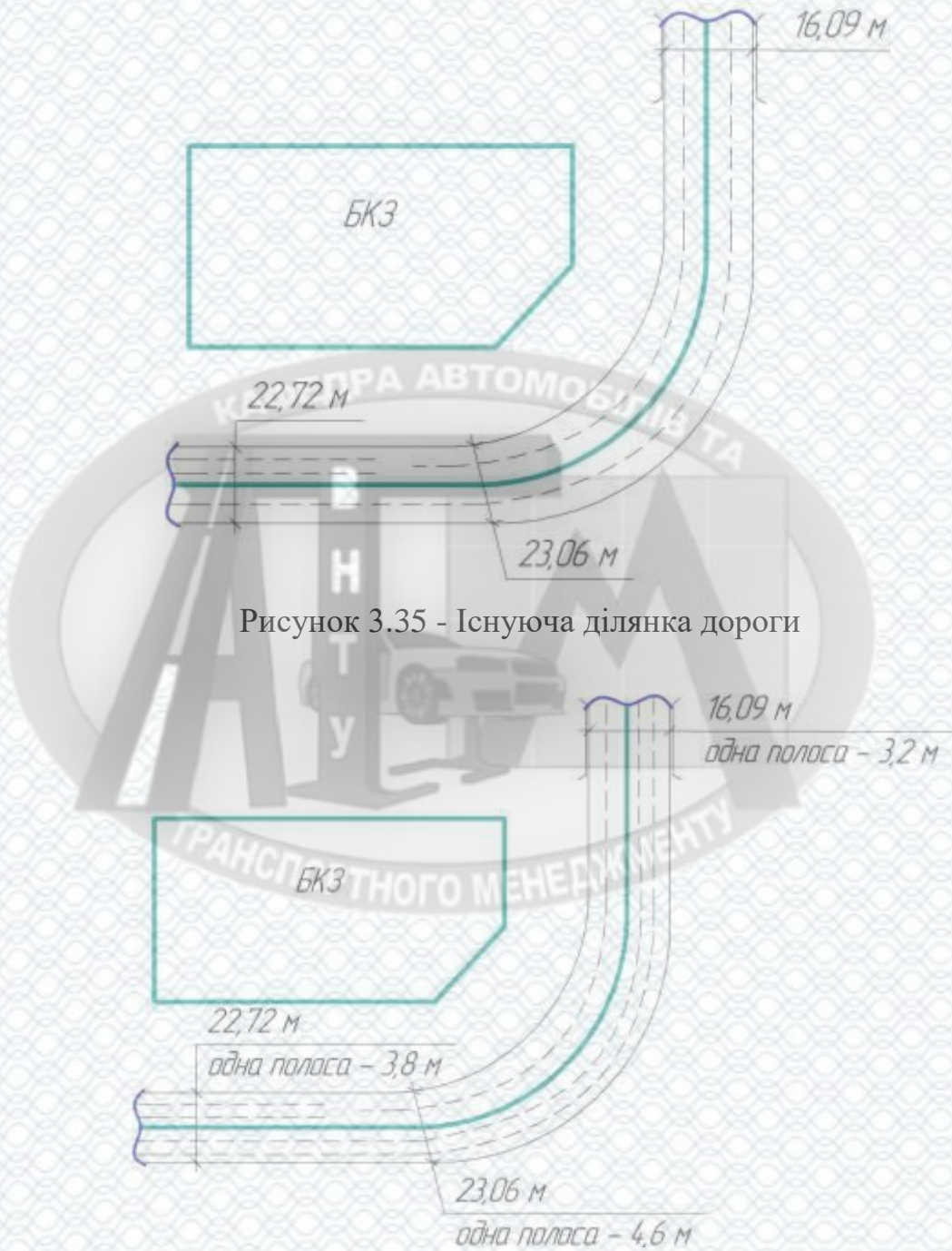


Рисунок 3.35 - Існуюча ділянка дороги

Рисунок 3.36 - Ділянка дороги після перерозмітки

Виходячи з проведеного обстеження вулиці і вимірювання її ширини, можна відзначити можливість проведення заходу по звуженню ширин всіх смуг з можливістю появи ще однієї смуги.

Всі запропоновані ділянки були задіяні в моделюванні транспортної ситуації після впровадження трьох варіантів виділених смуг для громадського транспорту. Звуження смуг є засобом з величезним потенціалом для міста. Деяких реконструкцій та розширень можна було б уникнути, якщо змінити ширину смуги. Але цей захід не обов'язково застосовувати повсюдно. Необхідно ставитися до звуження смуг як до ефективного засобу отримання корисної для міста площі. При цьому якщо можливий варіант поліпшення транспортної ситуації на якій-небудь ділянці (змінити розмітку, яка дозволить перетворити три смуги в чотири, розширити тротуар, додати смуги для велосипедистів) рекомендується проводити такі заходи.

Ці заходи дозволять збільшити безпеку на цих ділянках шляхом зниження швидкості проходження по ним, тим самим знизити можливість виникнення ДТП з тяжкими і смертельними наслідками.

2) Розділена стоп-лінія.

На деяких ділянках де велика частина автобусних маршрутів здійснює маневр «Лівий поворот» необхідно грамотно провести організацію на під'їзді до цього перехрестя. Основним заходом, який дозволить без особливих перешкод здійснити даний маневр, є нанесення розділеної стоп-лінії (рисунок 2.10).

Розділена стоп-лінія передбачає собою нанесення на ділянці дороги дві стоп-лінії, одна з яких буде служити громадському транспорту і перебувати ближче до перехрестя на відміну від другої, яка буде служити основним транспортному потоку.

На ділянці просп. Коцюбинського, де більшість автобусів виконують маневр «Лівий поворот» можна застосувати цю схему розмітки стоп-ліній.

3) Технічні засоби фіксації правопорушень.

Для працездатності виділених смуг в повній мірі необхідно і припиняти можливість рухатися по ним за допомогою фото- і відеофіксацію адміністративних правопорушень. Дані отримані за допомогою технічних засобів передаються до відповідного органу для прийняття відповідних заходів до порушників. Принцип роботи представлений на рисунку 3.36. На прикладі,

фоторадарного комплексу, фоторадарний датчик встановлюється на опорі (щоглі освітлення) поряд з проїжджою частиною дороги на висоті до 10 метрів і підключається до мережі 220 В. Допускається також установка комплексу над проїзною частиною дороги.



1 – радарний блок, 2 – блок електроживлення, 3 – база даних

Рисунок 3.36 – Принцип дії фіксації правопорушень

Датчик автоматично вимірює швидкість всіх транспортних засобів в зоні контролю і зберігає дві фотографії для кожного порушника: загальним планом (груповий знімок всієї зони контролю з виділенням даного порушника) і крупним планом (фотографія порушника з візуально помітним номерним знаком). Дані про порушення включають в себе також розпізнаний номер, зафіксовану швидкість ТЗ, порушення (рух по узбіччю, зустрічній смузі або смузі для громадського транспорту (рисунок 3.36)), напрямок руху, дату та час порушення, значення максимально допустимої швидкості на даній ділянці дороги, назва контрольованої ділянки, географічні координати, серійний номер комплексу, номер і термін дії свідоцтва про затвердження типу засобів вимірювальної техніки.

Варто відзначити, що комплекси фіксації правопорушень необхідно встановлювати на всіх перегонах вулиць де присутні виділені смуги для руху громадського транспорту.

3.10 Висновки до розділу 3

В ході проведеного у 3-му розділі аналізу рішень щодо забезпечення пріоритету міському транспорту загального користування, були отримані наступні результати:

1. Світовий досвід по виділених смугах для руху громадського транспорту виробив цілий набір рішень по їх організації. Розглянуті варіанти відокремлення смуг, які є найбільш ефективними, були розглянуті в застосовно до м. Вінниці з його складною транспортною інфраструктурою. Всі варіанти дозволяють виконати заходи навіть на найскладніших і завантажених ділянках ВДМ, в тому числі і в історичних районах міста, яким притаманні вузькі ділянки проїжджої частини.

2. Додаткові заходи щодо забезпечення пасивного пріоритету і переразметкой деяких ділянок ВДМ, дозволяють поліпшити транспортну ситуацію і додатково підвищити ефект від надання пріоритету міському транспорту загального користування.

3. За допомогою програми імітаційного моделювання Aimsun були змодельовані всі запропоновані варіанти відокремлення смуг для громадського транспорту. Отримано дані по транспортному потоку і автобусним маршрутам, які дозволили вибрати найбільш ефективний варіант надання пріоритету громадському транспорту - крайня права виділена смуга для міського транспорту загального користування.

4. Основною оцінкою за вибором ефективного вирішення є такий показник як середня швидкість руху, яка оцінюється як у міського пасажирського транспорту загального користування, так і у потоку в цілому.

Вибір найбільш ефективного вирішення при організації виділених смуг повинна не давати сильний негативний ефект для руху основного потоку транспорту, який проявляється в деяких варіантах, запропонованих вище.

В ході виконання даного розділу проведено оцінку обраного рішення щодо забезпечення пріоритету міському транспорту загального користування, в результаті можна відзначити, що:

1. Вибране рішення щодо забезпечення пріоритету міському транспорту загального користування в порівнянні з існуючою схемою руху дозволила збільшити швидкість руху громадського транспорту в середньому на 10 - 15%, а час проїзду 1 кілометра шляху скоротилося на 5%.

2. Для поліпшення загальної ситуації на деяких ділянках ВДМ були запропоновані заходи щодо звуження ширини смуг. Ці заходи дозволять збільшити безпеку на цих ділянках шляхом зниження швидкості проходження по ним, тим самим знизити можливість виникнення ДТП з тяжкими і смертельними наслідками. Були запропоновані заходи і щодо забезпечення пасивного пріоритету за допомогою розділених стоп-ліній, здатні забезпечити безперешкодний лівий поворот міському транспорту загального користування.

3. Повноцінне функціонування відокремлених смуг для руху громадського транспорту неможливо без забезпечення постійного нагляду над ними за допомогою камер фото- і відеофіксації. Необхідно повною мірою припиняти можливість руху по ним особистих автомобілів, а також виїзду за межі смуги міського транспорту загального користування.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці

На комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія» виникають ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних і біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Робота здійснюється в 1 зміну. На робітників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори. До них належать:

- наявність в повітрі робочої зони шкідливих аерозолів та газів (окис титану, окисли заліза та інших металів, озон);
- системи під тиском, не рівним атмосферному (кисневі балони - підвищений тиск 60 атм., вакуумна камера - понижений тиск $5 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст.);
- застосування напруги більше 1000 В (до 2500 В);
- підвищений рівень вібрації і шуму (за рахунок роботи форвакуумного насосу та поворотної системи оснастки);
- наявність теплового випромінювання .
- психофізіологічні: фізичні перевантаження; нервово-психічні перевантаження (монотонність роботи, емоційні перевантаження).

Організація та проведення робіт у зоні, розташування та експлуатація устаткування повинні відповідати Правилам з техніки безпеки і виробничої санітарії, а також ДНАОП 0.00-1.28-97.

4.2 Техніка безпеки

До роботи повинний допускатися обслуговуючий персонал, що добре знає технологічний процес, пройшов підготовку за правилами експлуатації обладнання, правилами техніки безпеки і гігієни.

Вентиляція, що відсмоктує, повинна бути постачена пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Робоче приміщення, у яких виробляється обробка чи деталей вакуумних судин із застосуванням бензину, спирту, ацетону повинні бути знеструмлені.

Особи, відповідальні за роботу обладнання, повинні знати, що його включення категорично забороняється:

- а) при несправній системі блокувань;
- б) зі знятими захисними кожухами на механізмі обертання;
- в) при несправній системі електроживлення;
- г) при несправній системі водоохолодження.

Для забезпечення умов безпеки роботи і для запобігання неправильних дій обслуговуючого персоналу, що можуть привести до аварії і виходу з ладу устаткування, передбачені блокування.

Додаткові заходи безпеки при роботі з конкретними матеріалами повинні бути зазначені у відповідних технологічних інструкціях.

Кожен споживач зобов'язаний (у залежності від конкретних умов) розробити свою інструкцію з техніки безпеки.

4.3 Електробезпека

За ступенем електробезпеки зони і ділянки комунального підприємства відносяться до категорії особливо небезпечних умов по ураженню людей електричним струмом так як в цьому відділенні присутні такі небезпечні фактори: струмопровідна підлога; струмопровідний пил; можливість одночасного дотику до корпусів обладнання та заземлених частин.

Для захисту від ураження електрострумом обираємо такі засоби: занулення; подвійна ізоляція.

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим проводом металевих не струмонесучих частин, які можуть опинитись під напругою.

При зануленні провідники мають бути вибрані таким чином, що при замиканні на корпус виникає струм короткого замикання, що забезпечує вимикання автомата чи плавлення плавкої вставки – запобіжника.

Подвійна ізоляція – електроізоляція, що складається з двох частин: робочої і додаткової ізоляції. Категорія виробництва за безпекою ураження електрострумом визначається за ГОСТ 112.1.013-78, відповідний захист за ГОСТ 12.1.030-81.

Корпус будь-якої електроустановки необхідно заземлювати. Послідовне включення в провідник, що заземлює, декілька апаратів забороняється.

4.4 Санітарно-гігієнічні вимоги

Вимоги до приміщення. Виробничі приміщення для технологічного процесу повинні відповідати вимогам СНіП П-90-81, СН 245-71.

Об'єм виробничого приміщення на одного працюючого повинен бути не менше 15 м³, а площа - не менше 4,5 м².

Вимоги до приміщень дільниць та зон підприємства:

а) Приміщення повинно бути з щільними не протікаючими стелями. Підлоги варто робити не пильними (метлахська плитка, лінолеум). Стіни - покриття олійною фарбою світлих тонів. Комунікації бажано робити схованими чи офарблювати олійною фарбою.

б) Приміщення повинне бути обладнане загальною приточно - витяжною вентиляцією згідно СНіП 2.04.05-91. Повітрязбірники приточної вентиляції повинні бути постачені пиловловлюючими фільтрами.

в) Загальне висвітлення бажане здійснювати газорозрядними лампами. Освітленість не менш 3000 лк.

г) Установка устаткування, меблів, у тому числі і робочих столів повинна дозволяти проведення вологого прибирання приміщення не рідше 3-х раз у тиждень.

На дільниці є аптечка першої медичної допомоги, умивальник для миття рук.

Мікроклімат. Мікроклімат нормується в залежності від категорії робіт та періоду року, від того постійне чи непостійне робоче місце. Параметри мікроклімату та гігієнічні нормативи в робочій зоні нормуються згідно ГОСТ 12.1.005-88. Цей стандарт встановлює санітарно-гігієнічні заходи до показників мікроклімату. Мікроклімат по цьому ГОСТу характеризується наступними показниками: T - температура повітря, °С; I - відносна вологість повітря, %; V - інтенсивність теплового опромінення, Вт/м²; v - швидкість руху повітря, м/с. Параметри мікроклімату наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура					Відносна вологість %		Швидкість руху пов. м/с	
		Оптимальна	Допустима верхня		Допустима нижня		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Пост. роб. місце	Непост. роб. місце	Пост. роб. місце	Непост. роб. місце				
Холодний	Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	≥0,4
Теплий	Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 при 25°С	0,3	0,2-0,5

Категорія робіт Пб – енерговитрати 200-250 ккал/год (233-290Вт). Норми інтенсивності теплового опромінення беремо з ГОСТ 12.1.005-88 (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Норми інтенсивності теплового опромінення

Відсоток опромінення поверх тіла людини	Більше 50	25-50	Менше 25
Допустима інтенсивність теплового опромінення, Вт/м ²	35	70	100

Опалення та вентиляція. Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлених норм.

Для вилучення шкідливих викидів від місць їх виникнення необхідно встановити місцеві відсмоктувачі. Аварійна вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну не нижче загальнообмінної. Забороняється працювати у виробничих приміщеннях де виділяються шкідливі речовини при несправній або відключеній вентиляції.

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005-88 приведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Бензин	100	4	П
Розчинник	10	4	А
Окис титану	12	А	А
Сірчана кислота	0,01	1	А
Свинець та його сполуки	600	4	П

Кількість повітря, необхідного для розчинення шкідливих аерозолів до ГДК повинна бути не менше 38700 м³/кг при швидкості руху створюваного місцевими витягами $\geq 1,3$ м/с. У зонах та ділянках комунального підприємства використовується приточно-витяжні системи вентиляції й місцеві витяги. Повітроводи повинні систематично очищатися від пилу, щоб кількість зваженого в повітрі й осілого пилу не могли створити вибухонебезпечні повітряні суміші в об'ємі більш 1% від об'єму приміщення.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані опаленням та загальнообмінною вентиляцією відповідно до вимог СНП 2.04.05-91, ВСА 01-90; забезпечувати стан повітря згідно з ГОСТ 12.1.005-88. Для обігріву і створення у приміщеннях показників мікроклімату повинно застосовуватись опалення. Передбачається парова система опалення, яка повинна забезпечувати рівномірне прогрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання або вимикання, зручність у експлуатації і доступ до ремонту.

Освітлення.

Освітлення здійснюється природнім та штучним освітленням. Коефіцієнт освітленості нормується з врахуванням найменшого розміру об'єкта розрізнення, характеристики зорової роботи, системи освітлення фону і контрасту об'єкта з фоном.

У діючих нормах проектування виробничого освітлення (СНіП 11-4-79) задаються кількісні (розмір мінімальної освітленості) і якісні характеристики (показник осліпленості і дискомфорту, глибина пульсації освітленості) штучного освітлення (табл 4.4, 4.5).

Таблиця 4.4 – Вибір коефіцієнта сонячності клімату

Пояс світлового клімату	Коефіцієнт сонячності клімату		
	При світлових проїмах, що орієнтуються по сторонах горизонту (азимут, град)		
	136-225	226-315, 46-135	316-45
IV 50 с.ш.	0,7	0,75	0,95

Таблиця 4.5 – Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізн об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізно з фоном	Характеристика фона	Штучне освітлення		Природне освітлен-ня		Суміщене освітлен-ня	
						Освітлен-ність, лк		КЕОн, %		КЕОн, %	
						При комбінован. освітненні	При верхньому освітненні	При верхньому	При боковому	При верхньому	При боковому
Високої точності	0,3-0,5	III	б	серед-ній	малий	1000	300	5	2	2,3	0,7-1,2

Природне освітлення регламентується нормами СНіП 11-4-79:

Коефіцієнт природної освітленості $e_{IV} = e_{III} \cdot m \cdot c = 1,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,35$.

Для загального освітлення в системі комбінованого необхідно встановити газорозрядні лампи, освітленість яких складає близько 300 лк.

Виробничий шум. Шум нормується за СН 3223-85.

До організаційно-технічних засобів і методів колективного захисту відноситься: застосування малошумного технологічного процесу; оснащення шумних агрегатів засобами дистанційного керування й автоматичного контролю; застосування малошумних агрегатів; удосконалювання технології ремонту й обслуговування; використання раціональних режимів праці і відпочинку робітників (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Вібрації. Норми вібрації вибираються за ГОСТ 12.1.012-90 (табл. 4.7, 4.8). При роботі з установкою працюючий може піддаватися дії вібрації. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева - окремі частини тіла. Локальної вібрації піддаються працюючі з ручним електричним. Працюючий може піддаватися одночасно впливу загальної і локальної вібрації (“комбінована вібрація”).

Таблиця 4.7 – Категорія вібрацій

Категорія вібрації по санітарним нормам критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрацій
Тип «а» Границя зниження рівня виробничої праці	Технологічна вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання або на робочі місця від інших джерел вібрації	Верстати, електричні машини, насосні агрегати, вентилятори

Таблиця 4.8 – Характеристики вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативне коректування по частоті і еквівалентне коректування значень			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ² ·10 ⁻²	дБ	м/с ² ·10 ⁻²	дБ
Локальна	—	<i>X_л, Y_л, Z_л</i>	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип “а”	<i>Z₀, Y₀, X₀</i>	0,1	100	0,2	92

4.5 Пожежна безпека

Роботи повинні проводитися у відповідності зі СНіП 11-90-81, СНіП 11-2-80, з типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств.

Категорії виробництв по пожежній небезпеці варто приймати по спеціальних відомчих переліках, затверджених міністерствами у встановленому порядку (табл. 4.9, 4.10).

Зони ТО і ПР, відносяться до категорії Г виробництв по пожежній і вибуховій небезпеці. Кількість вогнегасників і інших первинних засобів пожежегасіння для таких цехів і ділянок повинне вибиратися відповідно до зазначених вище Типовими правилами.

Приміщення, у яких виконуються роботи, повинні бути побудовані з елементів конструкцій по IV категорії протипожежної безпеки (протипожежна стійкість не менш 2 год).

Місця, відведені для установки устаткування повинні бути очищені від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менш 5 м.

Таблиця 4.9 – Ступінь вогнестійкості, допустима кількість поверхів і площа поверху в межах пожежного відсіку будівлі

Категорія будівлі	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості будівлі	Площа поверху в межах пожежного		
			Одноповерхових	Багатоповерхових	
				2 поверхи	3 і більше
Г	6	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.

Таблиця 4.10 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у год.) і максимальні межі розповсюдження полум'я по них (у см) для даного ступеня вогнестійкості будівель

Ступінь вогнестійкості	Стіни				Колони	Східчасті площадки і клітки, косоури	Плити, настили інші несучі конструкції перекриттів	Елементи покриття	
	Несучі	Самонесічі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі				Плити, настили	Балки, ферми, рами
Па	1/0	0,5/0	0,25/40	0,25/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

У чисельнику - межі вогнестійкості будівельних конструкцій; у знаменнику - межі розповсюдження полум'я по них.

Найбільш прийнятним способом пожежегасіння для зони ТО і ПР є спосіб розбавлення. Він полягає у тому, що при концентрації кисню у повітрі до 14-18% горіння припиняється. Досягається це за рахунок введення в повітря інертних газів, головним чином вуглекислого. Вуглекислим газом можна гасити все, включаючи електроустановки, що знаходяться під напругою. Для пожежегасіння використовують рідку вуглекислоту. В якості ручних вуглекислотних вогнегасників застосовуються ОУ-2, ОУ-5 та ОУ-8. За рекомендаціями технічних вимог з експлуатації в приміщеннях, де відбуваються роботи, необхідно мати вогнегасники ОУ-5 в кількості не менше 4 шт. Відстань до евакуаційних виходів для категорії приміщень Г та ІІІ ступеня вогнестійкості не обмежується густиною людського потоку в загальному проході. Висота проходу на шляхах евакуації повинна бути не менше 2м

4.6 Висновки до розділу 4

Розділ присвячено питанням охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, проаналізовано умови праці, виконано розрахунок місцевої вентиляції, розглянуті питання освітленості, шуму та вібрації, техніки безпеки та пожежної безпеки

ВИСНОВКИ

В даній роботі розглянуто питання підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

Отже, в даний час в більшості великих і середніх міст України, характерною ознакою яких стали системні транспортні затори, склалася несприятлива і дуже нестійка ситуація. Основною причиною цього стала невідповідність здатності ВДМ попиту на пересування автомобільним транспортом, а також незадовільні умови руху міського пасажирського транспорту, що функціонує в загальному інтенсивному транспортному потоці, що призводить до зниження загальної якості обслуговування населення, що проявляється у високих витратах за часом на вчинення поїздки, невідповідність розкладом і недостатньою комфортності. У ситуації, що транспортної ситуації громадський транспорт не може в повній мірі гідно конкурувати з особистим транспортом.

На основі проведеного аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду організації пріоритету для міського громадського транспорту були розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити пріоритетне рух транспорту за допомогою технічних засобів і способи організації виділених шляхів для руху транспорту. Розглянуті варіанти дозволяють, навіть на найскладніших або завантажених ділянках ВДМ, провести заходи щодо організації спеціальних смуг. Результати аналізу досвіду в зарубіжних країнах говорить про ефективність реалізації даних заходів.

У даній роботі були розглянуті варіанти організації пріоритетних смуг і застосовані в умови міста за допомогою програми імітаційного моделювання Aimsun NG. Дані рішення були оцінені за допомогою різних критеріїв, отримані з моделей транспортної мережі, проведено порівняння їх з існуючою схемою організації руху і вибрано найбільш ефективне рішення організації руху міського пасажирського транспорту загального користування.

Виходячи з обраного рішення, були розглянуті і запропоновані деякі заходи, що дозволяють поліпшити транспортну ситуацію на ВДМ Центрального району м Вінниці, при введенні виділених смуг під громадський транспорт з найменш негативним впливом на основний потік транспорту.

Отже проблема підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту стає дедалі актуальнішою і для українських великих міст. Перші ділянки, промарковані великою літерою «А», з'явилися на вулицях столиці ще у 2012 році. Це помітно прискорило пересування містом на автобусах і тролейбусах, зробивши його зручним навіть у години пік, проте ці смуги працюють неефективно.

Сформулюємо основні переваги спеціальних смуг руху:

- вища швидкість руху громадського транспорту, можливість збільшення кількості рухомого складу і зменшення інтервалу руху особливо в години пік;
- можливість перевезти значно більшу кількість людей (автобуси та електротранспорт перевозять в рази більше пасажирів, ніж приватний транспорт, тому за наявності окремої смуги руху росте швидкість і кількість пасажирів, які перевозяться);
 - дотримання чітких графіків руху;
 - зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), особливо з участю громадського транспорту;
 - зменшення витрат пального (при відносно сталій швидкості руху і зменшені кількості маневрувань, розгонів чи сповільнень, що дають змогу забезпечити окремі смуги руху);
 - забезпечення безперешкодного руху екстрених служб – швидка допомога, пожежна та ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вільні смуги громадського транспорту: де і як це уже можливо? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/vilni-smuhy.html> (Дата звернення 07.03.2021). – Назва з екрана.
2. NACTO (2016), Transit Street Design Guide, National Association of City Transportation Officials [Електронний ресурс]. Режим доступу: (<http://nacto.org>) <http://nacto.org/transit-street-design-guide> (Дата звернення 07.03.2021). – Назва з екрана.
3. Kelvin Goh, et. al. (2013), “Road Safety Benefits from Bus Priority? – An Empirical Study,” Transportation Research Record 2352 / Kelvin Goh // Transportation Research Board (www.trb.org), 2013, pp. 41–49; summarized in www.ugpti.org/trb/truckandbus/meetings/2014/downloads/2014bus_priority.pdf.
4. Біліченко В.В. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами) за спеціалізацією 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) усіх форм навчання / Уклад. В. В. Біліченко, Є. В. Смирнов, В. П. Кужель, В. О. Огневий. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 61 с.
5. Кужель В. П. Підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту за рахунок впровадження спеціальних смуг руху / Кужель В.П., Макогонюк Ю.М. // Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/12515/10448>
6. Кужель В. П. Впровадження спеціальних смуг для пріоритетного руху міського громадського транспорту / Кужель В.П., Макогонюк Ю.М. // Матеріали ІХ-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року:

збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 167 – 169. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf> [6].

7. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика. Монографія / М. Н. Бідняк, В. В Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006 – 176 с.

8. Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.vmr.gov.ua/MunicipalEnreprise/Lists/KPVTK/Default.aspx> (дата звернення 25.05.2021). – Назва з екрана

9. ДСТУ 4159-2003. Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах: Офіційне видання – К.: Держспоживстандарт України, 2003.

10. Буренніков Ю.Ю. Економіка транспорту: навчальний посібник / Ю.Ю. Буренніков – Вінниця: ВНТУ, 2019 – 121 с.

11. Кашканов А.А. Економіка підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник / Кашканов А.А., Ребедаєло В.М. – Вінниця: ВДТУ, 2004.- 116 с.

12. Кужель В.П. Основи ліцензування та сертифікації на автомобільному транспорті : навчальний посібник / В.П. Кужель, А.А. Кашканов – Вінниця : ВНТУ, 2018 – 121 с.

13. Кужель В.П. Показники безпеки при наданні послуг з перевезень автомобільним транспортом / Кужель В.П., Зіневич В.Ю., Андрощук Р.С. // Наукові праці міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю Харківського автомобільно-дорожнього університету та 90-річчю автомобільного факультету "Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування" 16-18 вересня 2020 р., Харків: ХНАДУ – С. 286 – 288.

14. Кужель В.П. Фактори впливу на оцінку якості послуг з перевезень автомобільним транспортом / Кужель В.П., Щерба В.О., Михальчук О.В // Наукові

праці міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні», 15-18 жовтня 2019 р., Харків: ХНАДУ – С. 102 - 105.

15. Кужель В. П. Визначення рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажир / Кужель В. П., Іщенко А. П., Бишко М. О. // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2013. – № 15(204), Частина 2. – С. 274 – 278.

16. Левковець П.Р. Управління автомобільним транспортом. Навчальний посібник. За редакцією Д.В. Зеркалова / Левковець П.Р., Зеркалов Д.В. Мельниченко О.І., Казаченко О.Г. – К.: Арістей, 2006.– 416 с.

17. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення: Навчальний посібник / Босняк М.Г. – К.: Видавничий дім «Слово», 2009. – 272 с. ISBN 978-966-194-013-9.

18. Поліщук В. П. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник / за заг. ред. В. П. Поліщука ; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. - К.: Знання України, 2014. - 467 с.

19. Правдин Н.И. Взаимодействие различных видов транспорта (примеры и расчеты) / Правдин Н.И. и др. - М.:Транспорт, 1989. – 208 с.

20. Kittelson, WK Historical Overview of the Committee on Highway Capacity and Quality of Service [Електронний ресурс]. - Режим доступу:http://nationalacademies.org/trb/publications/ec018/01_63.pdf

21. Jepson D. Assessing travel time impact of measures to enhance bus operations / D. Jepson, L. Ferreira - [sI]: Transport Research, 1999..

22. Carriages in cities of France. Transport Public. 1994. - N 922.

23. The Parisian transport development Problems. Transportation Publishes, 1995. - N 941.

24. Public transport priority in Ronies. Transportation publishes, 1995. - N941.

25. Руне Ельвік, Анне Боргер Мюсен, Трулс Ваа. Довідник з безпеки дорожнього руху / Пер. з норв. За редакцією проф. В.В.Сільянова. М .: МАДІ (ГТУ), 2001. 754с.
26. Seo YU, Jang H., Park JH A Study on Setting-Up a Methodology and Criterion of Exclusive Bus Lane in Urban Area. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, 2005, pp. 339-341.
27. Lester S. East London Transit. Transportation research, London, GB, July 2001, pp. 40-42.
28. PIARC: priority for public transport and other high occupancy vehicles (HOV) on urban roads. Reference: 10.07.B Routes / Roads special issue II-1995 року, pp. 1 - 51.
29. Bhat C., Handy S., Kockelman K., Mahmassani H., Chen Q., Weston
30. L. Development of an Urban Accessibility Index: Literature Review // The University of Texas at Austin [Електронний ресурс]. - Режим доступу:http://www.utexas.edu/research/ctr/pdf_reports/4938_1.pdf
31. Wright, L. Bus rapid transit planning guide / L. Wright, W. Hook. - NY: Institute for Transportation & Development Policy, 2007. - pp. 824.
32. Global BRT Data [Електронний ресурс]. - Режим доступу:<http://www.brtdata.org>
33. Транспортне моделювання [Електронний ресурс]. - Режим доступу:http://apluss.ru/activities/programmnye_produkty
34. Transport strategy and transport modelling with PTV Visum. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:<http://vision-traffic.ptvgroup.com>.
35. QuadstoneParamics [Електронний ресурс]. - Режим доступу:<http://www.paramics-online.com/>
36. RIPAS integrates Aimsun microsimulation and SPEKTR controllers. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:<http://www.aimsun.com>



ДОДАТКИ

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри АТМ
д.т.н., проф. В.А. Макаров

«__» _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: Підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху на ділянці проспекту Коцюбинського

08-29.МКР.006.00.000.ТЗ

Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри АТМ
наук. ступінь, вчене звання (посада)

_____ Кужель В. П.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Студент групи _____ 1ТТ-19мз
назва групи

_____ Макогонюк Ю.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Вінниця – 2021 р.

1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

наказ № 64 по ВНТУ від «09» березня 2021 р. про затвердження теми МКР.

2. Мета і призначення магістерської кваліфікаційної роботи

Магістерська кваліфікаційна роботи призначена для вирішення питань підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту.

Мета роботи: підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху міського транспорту.

Для виконання МКР необхідно розв'язати такі задачі:

- провести науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»;
- виконати теоретичні дослідження взаємодії громадського та приватного видів транспорту;
- розробити рішення щодо поліпшення руху громадського транспорту загального користування;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

3. Вихідні дані для написання магістерської кваліфікаційної роботи

Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна, м. Вінниця; досліджуване підприємство і моделі АТЗ – комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»: автобуси: Богдан А70132 – 30 од., Богдан А70130 – 4 од., Богдан А70110 – 16 од. ЛАЗ – А183 – 8 од; АТАМАН (ISUZU) А092G6– 10 од.; об'єкт дослідження:

процеси функціонування та перспективні методи організації руху міського пасажирського транспорту

4. Виконавець МКР – Макогонюк Юрій Михайлович, ст. гр. 1ТТ-19мз.

5. Вимоги до виконання МКР

В процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи потрібно – розробити заходи на прикладі комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» дозволили сформулювати практичні рекомендації з застосування спеціальних виділених автобусних смуг руху, які оцінюються різними способами, що може призвести до дуже різних висновків щодо їх застосування. Короткострокова перспектива враховує лише прямий вплив спеціальних смуг на організацію дорожнього руху, на можливість збільшення заторів на сусідніх смугах. Більш довгострокова перспектива враховує інші фактори, включаючи загальну економію часу в дорозі, загальні економічні витрати та вигоди, вплив на соціальну справедливість та підтримка цілей стратегічного планування, таких як розвиток більш компактною та мультимодальної спільноти.

6. Етапи МКР і терміни їх виконання

Етапи МКР	Зміст етапу	Термін виконання	Очікувані результати
Вибір напрямку дослідження	<ul style="list-style-type: none"> • Добір, вивчення та узагальнення наукової та статистичної інформації • Розгляд можливих напрямів досліджень та їх оцінювання • Вибір напрямку дослідження • Обґрунтування прийнятого напрямку дослідження • Розроблення, погодження і затвердження ТЗ на МКР 	10.03-14.03.2021	розгорнутий план МКР
Основна частина роботи	<ul style="list-style-type: none"> • Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія». 	15.03-28.03.2021	Розділ 1
	<ul style="list-style-type: none"> • Теоретичні дослідження взаємодії громадського та приватного видів транспорту 	29.03-18.04.2021	Розділ 2

	<ul style="list-style-type: none"> Розробка рішень щодо поліпшення руху громадського транспорту загального користування 	19.04-07.05.2021	Розділ 3
	<ul style="list-style-type: none"> Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 	26.04-25.05.2021	Розділ 4
	<ul style="list-style-type: none"> Складання висновків за результатами досліджень 	20.05-25.05.2021	Висновки МКР
Узагальнення результатів досліджень, підготовка до захисту роботи	<ul style="list-style-type: none"> Узагальнення результатів теоретичних та аналітичних досліджень та написання доповіді на захист МКР Оформлення ілюстративного матеріалу, реферату, підготовка презентації МКР в редакторі Microsoft Office PowerPoint. Одержання відзиву наукового керівника та рецензії 	25.05-28.05.2021	Ілюстративний матеріал, презентація

7. Очікувані результати

На основі одержаних наукових результатів отримати практичні рекомендації щодо підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху міського транспорту.

8. Матеріали, які подають після завершення написання МКР та її етапів

Переплетена пояснювальна записка магістерської кваліфікаційної роботи; графічний матеріал; відгук керівника; рецензія зовнішнього рецензента.

9. Порядок приймання МКР та її етапів

Результати магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються на процентовках керівником роботи та завідувачем кафедри відповідно до етапів роботи та термінів їх виконання; проводиться попередній захист роботи та офіційний захист магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата початку роботи – 10 березня 2021 р.

Граничний термін закінчення робіт – 28 травня 2021 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра АТМ

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Освітня програма – «Транспортні технології на автомобільному транспорті»

«Підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху на ділянці проспекту Коцюбинського»

Керівник роботи к.т.н., доцент

Кужель В. П.

Розробив студент гр. 1ТТ-19мз

Макогонюк Ю. М.

Вінниця ВНТУ 2021

Мета роботи – підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» за рахунок впровадження спеціальних смуг руху міського транспорту.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- провести науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»;
- виконати теоретичні дослідження взаємодії громадського та приватного видів транспорту;
- розробити рішення щодо поліпшення руху громадського транспорту загального користування;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

Об'єкт дослідження – процеси функціонування та перспективні методи організації руху міського пасажирського транспорту.

Предмет дослідження – взаємодія громадського, автомобільного та особистого транспорту на ділянці проспекту Коцюбинського міста Вінниці.

Наукова новизна одержаних результатів.

- виявлені та систематизовані залежності між кількістю смуг руху для пасажирського, автомобільного та особистого транспорту;
- дістали подальшого розвитку підходи та принципи розрахунків процесів функціонування та перспективних методів організації руху міського пасажирського транспорту.

Практичне значення одержаних результатів.

Запропоновані заходи на прикладі комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» дозволили сформувавши практичні рекомендації з застосування спеціальних виділених автобусних смуг руху, які оцінюються різними способами, що може призвести до дуже різних висновків щодо їх застосування.

Апробація результатів роботи:

4

- 1. ІХ-та Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту" 14-15 квітня 2021 року, ВНТУ, Вінниця.
- 2. І Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКПІ ВНТУ), 10-12 березня 2021 року, ВНТУ.

Публікації. Проміжні результати досліджень були опубліковані в двох наукових працях:

- 1. Кужель В.П. Підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту за рахунок впровадження спеціальних смуг руху / Кужель В.П., Макогонюк Ю.М. // Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/12515/10448> [5].
- 2. Кужель В. П. Впровадження спеціальних смуг для пріоритетного руху міського громадського транспорту / Кужель В.П., Макогонюк Ю.М. // Матеріали ІХ-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 167 – 169. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf> [6].



**Натурний експеримент, поставлений групою ентузіастів в
німецькому місті Мюнстер
(одна і таж група людей, які пересуваються на
автомобілях, автобусі і на велосипедах)**

Критерії при організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту

в США і Великобританії

Мінімальна інтенсивність руху автобусів N_A , авт. / год	Мінімальний пасажиропотік Q , пас. / Год	Тип виділеної смуги
США		
30-40	1200-1600	Крайня смуга в напрямку руху загального ТП
40-60	1600-2400	Крайня смуга в напрямку проти загального ТП
60-90	2400-3600	У розділовій смуги проїжджої частини
Великобританія		
50	2000	-

в Південній Кореї

Число смуг в даному напрямку	Інтенсивність руху автобусів N_A , авт. / год	Пасажиропотік Q , пас. / ч	Тип виділеної смуги
3	$N_A > 60$	$Q > 1800$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
	$N_A > 100$	$Q > 3000$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП Крайня смуга в напрямку проти загального ТП
	$N_A > 150$	$Q > 4500$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП Крайня ліва смуга в напрямку руху ТП
4	$N_A > 100$	$Q > 3000$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
	$N_A > 150$	$Q > 4500$	Крайня права смуга в напрямку руху ТП
			Крайня ліва смуга в напрямку руху ТП

Приклад рухомого складу автобусного парку КП «Вінницька транспортна компанія»

7



**Автобуси АТАМАН
(ISUZU) А092G6**

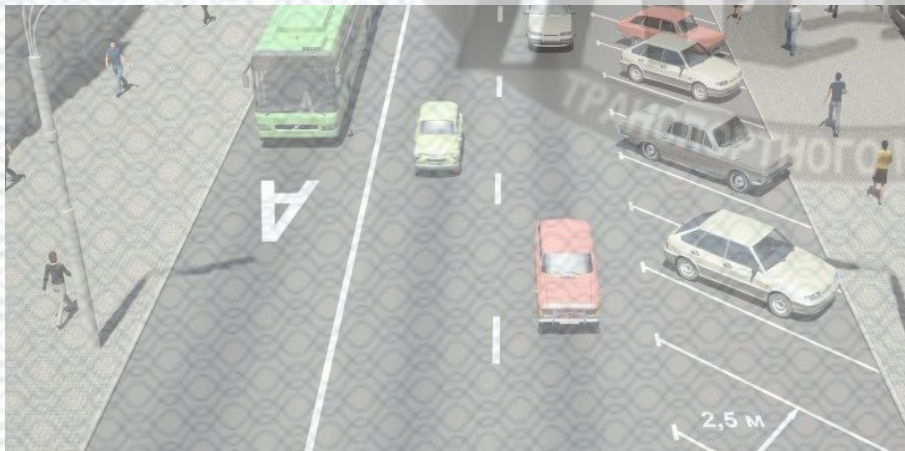
(працюють на газовому паливі)

Існуючі моделі для вирішення задачі моделювання завантаження транспортної мережі

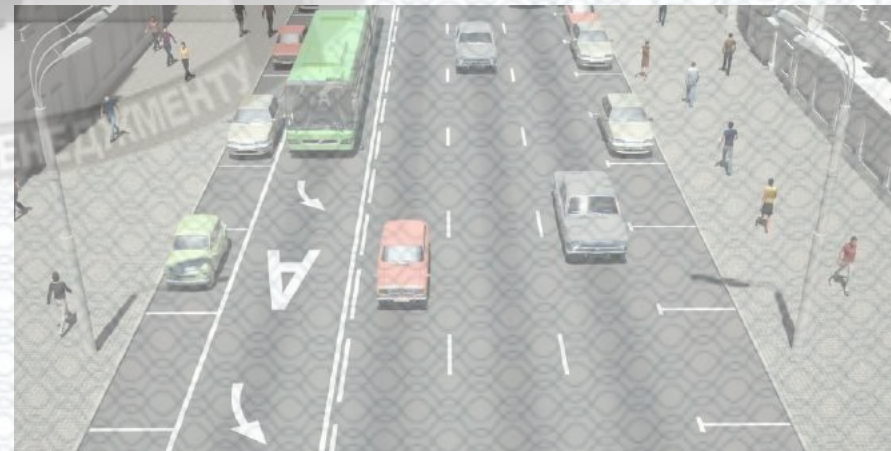




При роботі системи швидкісного автобусного сполучення Bus Rapid Transit (BRT)
(система BRT в місті Куритиба (Бразилія))



Виділена смуга громадського транспорту, по правій стороні дороги



Виділена смуга громадського транспорту, варіант відокремлення другої правої смуги дороги



Виділена смуга громадського транспорту, облаштована по лівій стороні дороги



Виділена смуга громадського транспорту, відособлена назустріч основному потоку транспорту

Особливості варіантів розміщення відокремленої смуги для громадського транспорту

Розміщення	Переваги	Недоліки
Ультраправа	Найбільш проста організація мінімальні капітальні витрати	Труднощі організації правого повороту для основного потоку транспорту Ліквідація зупинки і стоянки автомобілів необхідність введення спеціального режиму обслуговування підприємств з ВДМ
Друга справа	Збереження стоянки автомобілів можливість обслуговування підприємств з ВДМ	Необхідність капітальних витрат для проведення реконструкції проїзної частини для розміщення зупиночних пунктів Перетин виділеної смуги автомобілів для заїзду та виїзду зі стоянки
Вкрай ліва	Можливість підвищеної швидкості руху Збереження існуючих умов під'їзду до об'єктів уздовж ВДМ	Труднощі організації лівого повороту для основного потоку Необхідність капітальних витрат для організації зупиночних пунктів і підходу до них
Назустріч потоку при односторонньому русі (контрполоса)	Найбільш проста організація мінімальні капітальні витрати	Відсутність, як правило, можливості організації виділеної смуги у напрямку основного потоку

1. Зменшення кореспонденцій з ростом дальності описується деякою функцією, яку іноді називають функцією тяжіння. Зазвичай на практиці застосовують експоненціально спадну функцію. Математично дана модель виражається наступною формулою:

$$F_{ij} \approx O_i D_j G_{ij}(C_{ij}), G_{ij}(C_{ij}) = \exp(-\lambda C_{ij}),$$

$$I_{ij} = \sum_{k \in R, k \neq i, j} \frac{D_k}{t_{kj}},$$

2. Моделі конкуруючих центрів можна розглядати як узагальнення гравітаційної моделі, де в вираз включаються додаткові чинники, наприклад, індекс відвідуваності району прибуття, який визначається формулою:

3. Експериментальна залежність, яка характеризує наближено зв'язок між швидкістю і необхідної шириною смуги дороги:

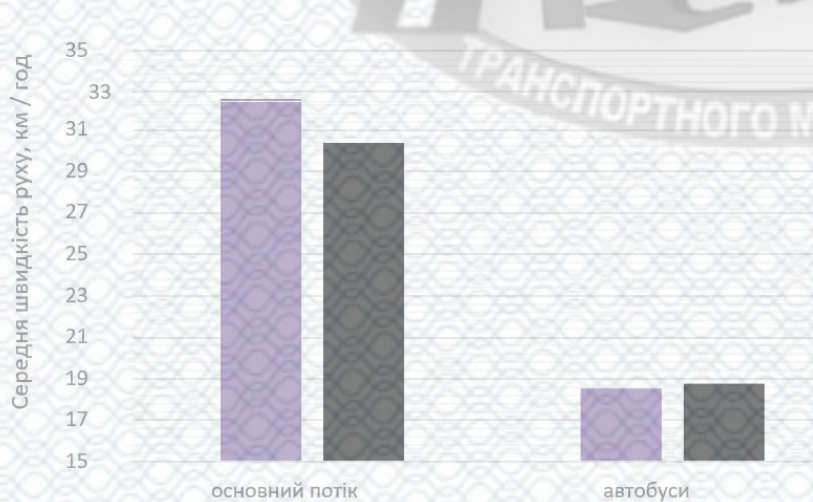
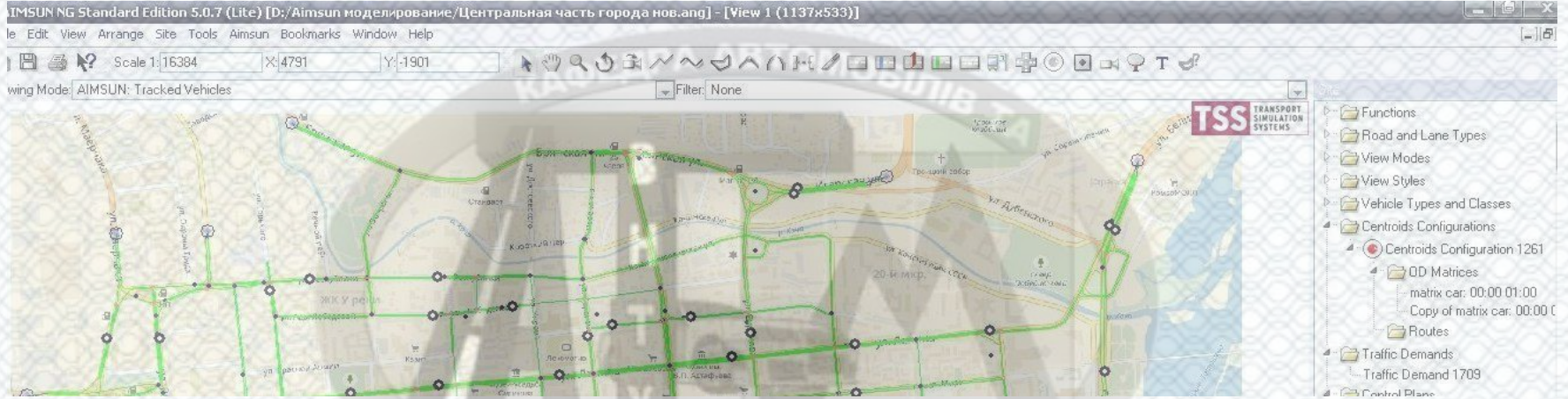
$$A = 0,015v_a + b_a + 0,3,$$

де, v_a - швидкість автомобіля, м/с;

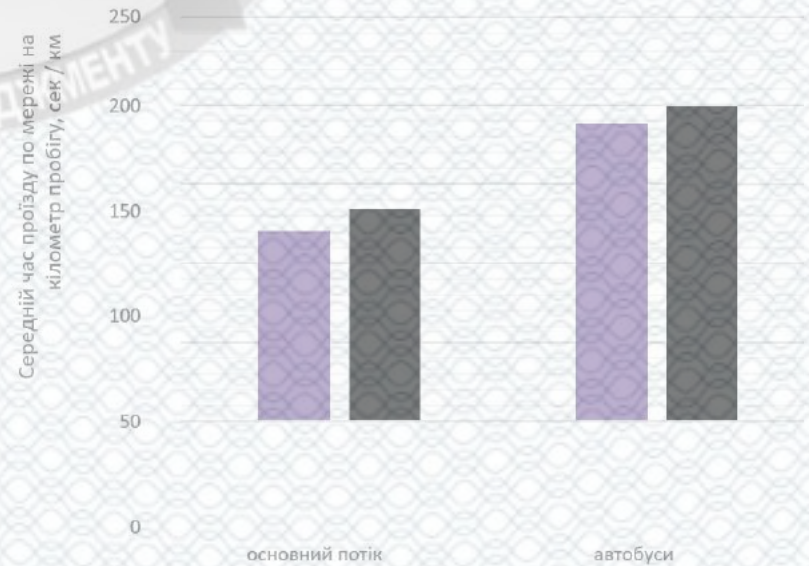
b_a - ширина автомобіля, м; 0,3 - додатковий зазор, м.

Порівняння ширини доріг в Ейндховені (ліворуч)
і в Україні (м. Вінниця (праворуч))





Порівняння середньої швидкості руху громадського транспорту

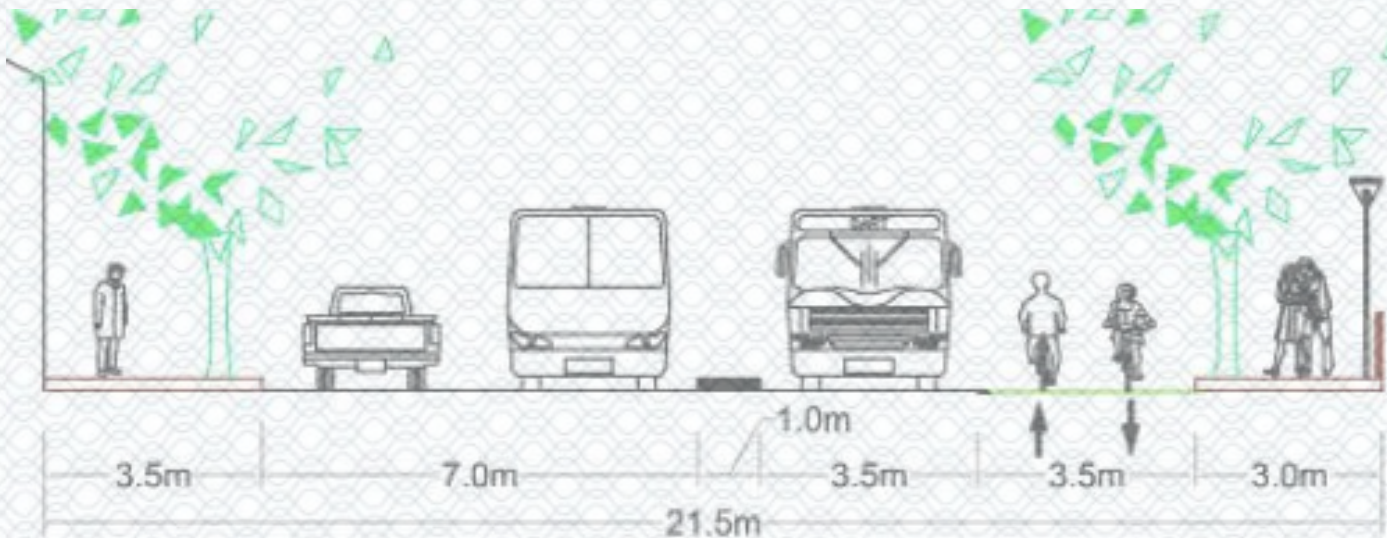


Середній час проїзду по мережі на кілометр пробігу

Схема організації виділених смуг в центральній частині міста

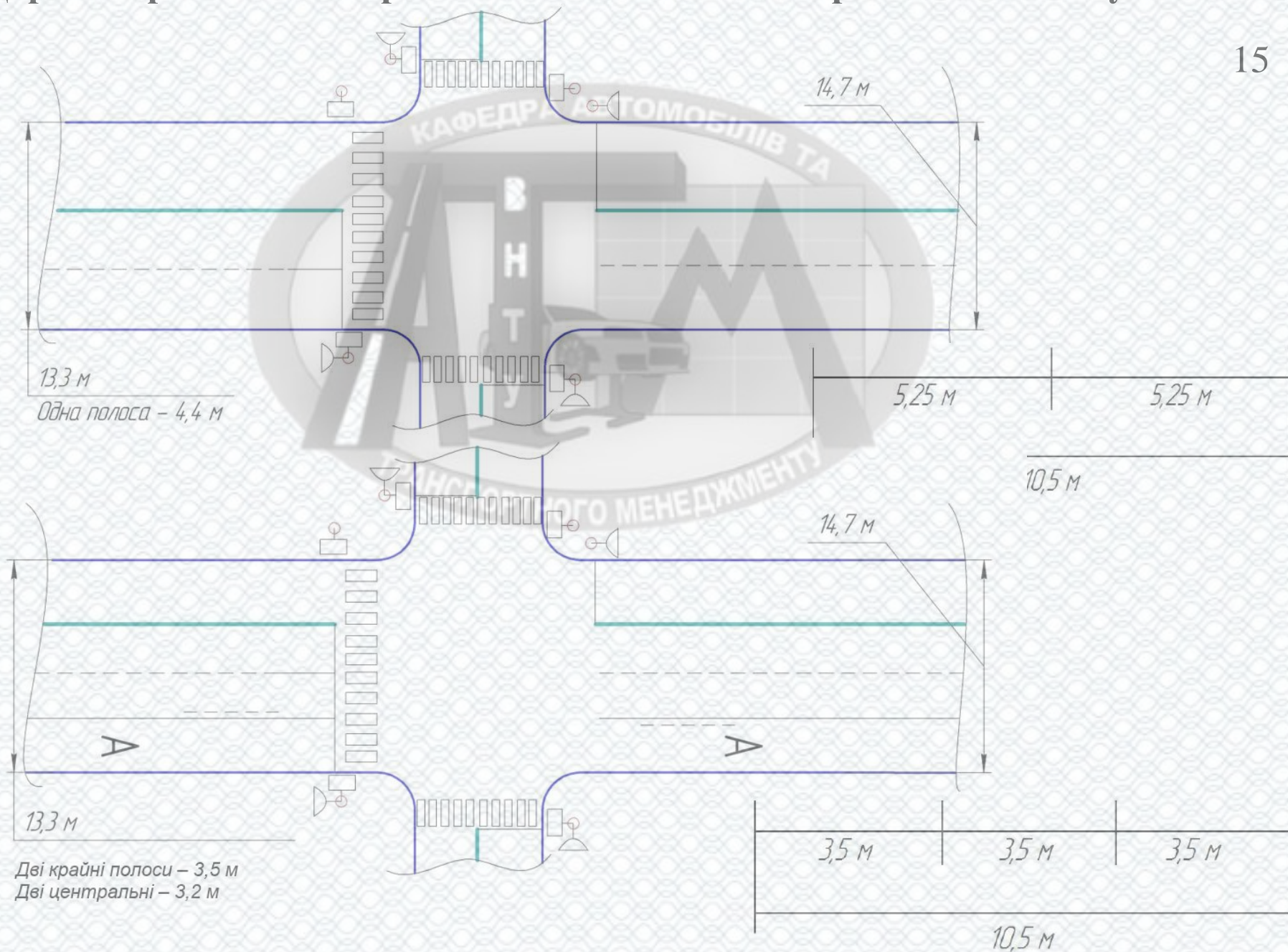


Переріз ділянки дороги шириною 21,5 метрів



Дорожня розмітка на просп. Коцюбинського до проведення заходу і після

15



Основні висновки

В даній роботі розглянуто питання підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

Отже, в даний час в більшості великих і середніх міст України, характерною ознакою яких стали системні транспортні затори, склалася несприятлива і дуже нестійка ситуація. Основною причиною цього стала невідповідність здатності ВДМ попиту на пересування автомобільним транспортом, а також незадовільні умови руху міського пасажирського транспорту, що функціонує в загальному інтенсивному транспортному потоці, що призводить до зниження загальної якості обслуговування населення, що проявляється у високих витратах за часом на вчинення поїздки, невідповідність розкладом і недостатньою комфортності. У ситуації, що транспортної ситуації громадський транспорт не може в повній мірі гідно конкурувати з особистим транспортом.

На основі проведеного аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду організації пріоритету для міського громадського транспорту були розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити пріоритетне рух транспорту за допомогою технічних засобів і способи організації виділених шляхів для руху транспорту. Розглянуті варіанти дозволяють, навіть на найскладніших або завантажених ділянках ВДМ, провести заходи щодо організації спеціальних смуг. Результати аналізу досвіду в зарубіжних країнах говорять про ефективність реалізації даних заходів.

У даній роботі були розглянуті варіанти організації пріоритетних смуг і застосовані в умови міста за допомогою програми імітаційного моделювання Aimsun NG. Дані рішення були оцінені за допомогою різних критеріїв, отримані з моделей транспортної мережі, проведено порівняння їх з існуючою схемою організації руху і вибрано найбільш ефективне рішення організації руху міського пасажирського транспорту загального користування.

Виходячи з обраного рішення, були розглянуті і запропоновані деякі заходи, що дозволяють поліпшити транспортну ситуацію на ВДМ Центрального району м Вінниці, при введенні виділених смуг під громадський транспорт з найменш негативним впливом на основний потік транспорту.