

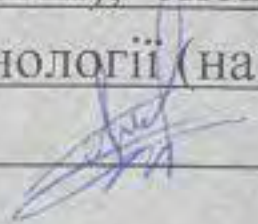
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Зменшення затримок транспортних потоків в транспортній мережі міста
Вінниця при наданні пріоритету для громадського транспорту»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-22мз
спеціальності 275 – Транспортні технології (за
видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні
технології (на автомобільному транспорті)


Ясінський Б.Р.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ


Галушак О.О.

« 4 » 06 2024 р.

Опонент к.т.н., доцент каф. ТАМ


Сухоруков С.І.

« 6 » 06 2024 р.

Допущено до захисту


Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 7 » 06 2024 р.

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань – 27 – Транспорт

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доцент Цимбал Є.В.

«12» 03 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ясінському Богдану Руслановичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: Зменшення затримок транспортних потоків в транспортній мережі міста Вінниця при наданні пріоритету для громадського транспорту

керівник роботи Галушак Олександр Олександрович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом ВНТУ від «11» березня 2024 року № 81.

2. Строк подання студентом роботи: 03.06.2024 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; досліджувані моделі АТЗ – міські автобуси; об'єкт дослідження – процес проїзду громадським транспортом окремих ділянок транспортної мережі.

4. Зміст текстової частини:

1 Аналіз підходів щодо організації транспортної системи міста.

2 Методика зменшення затримок транспортних потоків в транспортній мережі міста.

3 Визначення затримок в русі громадського транспорту в м. Вінниця

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.

4 Муніципальні автобуси комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

5 Аналіз підходів щодо організації процесу перевезень пасажирів у містах.

6-7 Особливості затримок у транспортних потоках міст.

7 Переваги та недоліки двомасового маховика (ДММ) Sachs.

8 Зміна пропускної здатності та утворення транспортних затримок.

- 9 Дослідження затримок транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста,
 10 Організація дорожнього руху по вул. Пирогова,
 11 Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Галушак О.О., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Поліщук О.В., доцент кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання «19» вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	12.03-12.04.2024	виконано
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	12.03-12.04.2024	виконано
3	Обґрунтування методів досліджень	12.03-12.04.2024	виконано
4	Розв'язання поставлених задач	15.04-29.04.2024	виконано
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	30.04-14.05.2024	виконано
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	15.05-30.05.2024	виконано
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	15.05-30.05.2024	виконано
8	Нормоконтроль МКР	31.05-03.06.2024	виконано
9	Попередній захист МКР	04.06-05.06.2024	виконано
10	Рецензування МКР	06.06-10.06.2024	виконано
11	Захист МКР	11.06.2024	виконано

Студент

(підпис)

Ясінський Б.Р.

Керівник роботи

(підпис)

Галушак О.О.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Ясінський Б.Р. Зменшення затримок транспортних потоків в транспортній мережі міста Вінниця при наданні пріоритету для громадського транспорту. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітня програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2024. 136 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 36 назв; рис.: 30; табл. 14.

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішується науково-практична задача, яка полягає в: аналізі стану проблеми з вивчення витрат часу на переміщення залежно від планувальних рішень вулично-дорожньої та транспортної мереж, характеристик транспортного потоку та режимів регулювання руху; аналізі особливостей затримок у транспортних потоках міст; дослідженні процесу формування та затримок транспортних потоків; зміні організації дорожнього руху на ділянці від зупинки громадського транспорту «Ринок «Урожай»» до перехрестя з вул. Малиновського.

Графічна частина складається з 11 плакатів.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як аналіз умов праці, питання організаційно – технічних рішень щодо забезпечення безпечної роботи, захисту персоналу в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: транспортний потік, громадський транспорт, затримка транспортного потоку, транспортна мережа, організація дорожнього руху.

ABSTRACT

UDC 629.113

Yasinsky B.R. Changes in the traffic flows in the transport corridor of the city of Vinnytsia, while giving priority to public transport. Master's qualification in specialty 275 – Transport technologies (by types), specialization 275. 03 – Transport technologies (in road transport), coverage program – Transport technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2024. 136 p.

In Ukrainian language Bibliography: 36 titles; Fig.: 30; table 14.

The master's qualification work has a scientific and practical task, which lies in: analyzing the problem of spending time on movement in a thorough manner with regard to planning solutions for road and traffic flows, characteristics of traffic flow and regimes of regulation of the Russian Federation; analysis of the peculiarities of traffic flows in localities; monitoring the molding process and blocking traffic flows; change in the organization of road traffic at the site from the junction of the public transport “Market “Harvest”” to the intersection with the street. Malinovsky.

The graphic part consists of 11 posters.

The security department has carried out such tasks as mental analysis, organizational and technical solutions to ensure safe work, and protection of personnel in emergency situations.

Key words: transport flow, public transport, blocking the traffic flow, transport barrier, organization of road traffic.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА	8
1.1 Характеристика парку автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» та рухомий склад автобусного парку	8
1.2 Характеристика транспортної системи міста	12
1.3 Вплив геометричних параметрів вулично-дорожньої мережі на стан транспортного потоку та режими регулювання	16
1.4 Особливості затримок у транспортних потоках міст	27
1.5 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження	36
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА	38
2.1 Дослідження процесу формування транспортних потоків	38
2.2 Особливості затримок транспортних потоків в транспортній мережі	43
2.3 Класифікація ділянок магістральної транспортної мережі міст	49
2.4 Висновки до розділу 2.....	57
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРИМОК В РУСІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В М. ВІННИЦЯ	58
3.1 Загальна характеристика транспортної мережі м. Вінниця	58
3.2 Дослідження затримок транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста.....	64
3.3 Визначення ефективності запропонованих рішень	75
3.4 Висновки до розділу 3.....	76
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	77
4.1 Аналіз умов праці.....	77
4.2 Організаційно – технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи.....	82
4.3 Захист персоналу в надзвичайних ситуаціях.....	84

ВИСНОВКИ	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89
ДОДАТКИ	93
ДОДАТОК А (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА	94
ДОДАТОК Б. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ	114
ДОДАТОК В ДАНІ GPS-ТРЕКЕРІВ ПРО РУХ МУНІЦИПАЛЬНОГО АВТОБУСА ЗА МАРШРУТОМ №7	116



ВСТУП

Актуальність теми. Протягом останніх десяти років в м. Вінниця відслідковується постійне збільшення транспорту на дорогах загального користування. Це спричиняє збільшення затримок у русі транспортних потоків. Особливо це актуально для центральної частини міста з густою забудовою. Що негативно впливає на громадський транспорт та спричиняє не дотримання ним графіку руху.

Центральні райони міст є місцями розташування більшості робочих місць і місць відпочинку, тому велика кількість поїздок спрямована туди, що призводить до значних затрат часу на переміщення. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є надання пріоритету громадському транспорту шляхом виділення йому окремих смуг. Проте це може не враховувати потреби інших учасників дорожнього руху, таких як водії приватного транспорту та вантажівки, що поставляють товари в місто. Таким чином, важливим завданням є дослідження різних способів надання пріоритету громадському транспорту з урахуванням потреб інших учасників дорожнього руху з метою зменшення заторів та поліпшення переміщення мешканців міста.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась в рамках науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. Робота виконана відповідно розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2030» № 722/2019. від 30.09.2019.

Мета і завдання дослідження Метою дослідження є покращення ефективності пасажирських перевезень в місті наданням пріоритету громадському транспорту на окремих ділянках транспортної мережі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати стан проблеми з вивчення витрат часу на переміщення залежно від планувальних рішень вулично-дорожньої та

транспортної мереж, характеристик транспортного потоку та режимів регулювання руху;

- проаналізувати особливості затримок у транспортних потоках міст
- дослідити процес формування транспортних потоків;
- дослідити транспортну мережу м. Вінниця;
- дослідити затримки транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста;
- провести експериментальні дослідження на транспортній мережі щодо швидкості руху громадського транспорту;
- визначення ефективності запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження – процес проїзду громадським транспортом окремих ділянок транспортної мережі.

Предмет дослідження – закономірності в зміні затримок руху громадського транспорту на окремих ділянках транспортної мережі.

Новизна одержаних результатів.

- удосконалено методику оцінки показників транспортних потоків для різних ділянок магістральної транспортної мережі;
- запропонована зміна в організації дорожнього руху на ділянці від зупинки громадського транспорту «Ринок «Урожай»» до перехрестя з вул. Малиновського.

Апробація результатів роботи. Частина результатів роботи доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (Вінниця: ВНТУ, 2024).

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в одній публікації [1].

РОЗДІЛ I

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ

1.1 Характеристика парку автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

На сьогоднішній день КП "Вінницька транспортна компанія" є провідним транспортним підприємством міста з чисельністю працівників понад 2000 осіб. У їхньому розпорядженні 74 трамвайні вагони, 131 тролейбус, 74 автобуси. КП "Вінницька транспортна компанія" має можливість самостійно проводити всі види ремонтів транспортних засобів, зокрема капітальні ремонти трамваїв, тролейбусів, автобусів, трамвайних колій та тролейбусних ліній. Підприємство "Вінницька транспортна компанія" протягом багатьох років утримує лідерські позиції серед подібних підприємств.

У 2014 році муніципальний автобусний парк було виокремлено в окремий підрозділ КП «Вінницька транспортна компанія», який розташувався за адресою: м. Вінниця, вул. Сабарівське шосе, 19.

Щорічно автобусний парк КП оновлює свій рухомий склад та технічну базу. Наприклад, у 2015 році було придбано шиномонтажне обладнання та підйомник для автобусів, виконано капітальний ремонт приміщення контрольно-пропускного пункту, відремонтовано зовнішнє освітлення тощо.

У 2017 році було побудовано сучасну автоматичну порталну мийку для рухомого складу «Kärcher». Це єдина така мийка в Україні для муніципального транспорту. Повністю автоматизована, використовує систему очищення води для повторного її використання та розрахована для муніципальних автобусів як великих, так і малих.

Після повномасштабного вторгнення російської федерації комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» передала частину автобусів

для потреб армії та містам, які постраждали від дій агресора. Зокрема в м. Дніпро було передано три автобуси: два ЛАЗ-A183 D1 та один Богдан А70110.

Навіть в умовах воєнного стану в автобусному парку КП "Вінницька транспортна компанія" технічний стан муніципальних автобусів підтримується на високому рівні, ведеться капітальний ремонт одиниць рухомого складу. В 2024 році було придбано 3 автобуси великої пасажиромісткості VDL CITEA LLE 120.225 з дизельним двигуном (рис 1.1).



Рисунок 1.1 – Автобуси VDL CITEA LLE 120.225 КП «ВТК»

На сьогоднішній день в автобусному парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» експлуатуються 6 моделей автобусів великої пасажиромісткості, які здійснюють перевезення пасажирів в м. Вінниця а саме: Богдан А70132 (рис. 1.2), Богдан А70130, Богдан А70110, ЛАЗ- А183 D1 (рис. 1.3), Otokar Kent C CNG (рис. 1.4 в) та електробус Skywell (рис. 1.5). Богдан А70132, А70130 та А70110 це автобуси, які мають однаковий кузов та все обладнання, а відрізняються двигуном.

Також є 8 автобусів середнього класу АТАМАН (ISUZU) А092G6, які працюють на стисненому природньому газі (рис. 1.6).



Рисунок 1.2 – Автобус Богдан А70132 КП «ВТК»



Рисунок 1.3 – Автобус ЛАЗ- А183 D1 КП «ВТК»



Рисунок 1.4 – Автобус Otokar Kent C CNG КП «ВТК»



Рисунок 1.5 – Електробус Skywell КП «ВТК»



Рисунок 1.6 – Автобуси середнього класу АТАМАН (ISUZU) A092G6

Переважна більшість муніципальних автобусів відповідають екологічним стандартам «Євро - 5», а автобуси Otokar Kent C CNG відповідає екологічним стандартам «Євро - 6». Всі муніципальні автобуси мають понижений рівень підлоги та спеціальний пандус для людей на візках.

1.2 Характеристика транспортної системи міста

В нашу епоху відбувається зростання міського населення, більш ніж 3,9 мільярдами людей, обрали міський спосіб життя, що складає понад 54% від загальної чисельності населення світу. Прогнози свідчать про подальше зростання урбанізації у найближчі роки, до 2045 року міське населення зможе досягти 6,0 мільярдів осіб. Цей ріст населення в містах вимагатиме значного розвитку міської інфраструктури, зокрема в сфері транспорту.

Сучасне місто є центром соціокультурного життя з розгалуженою мережею трудових, торговельних та культурних зв'язків. Організацію цих зв'язків забезпечує транспорт, який є ключовою складовою як для економічного розвитку міст і держав в цілому, так і для життя окремих мешканців.

Сучасні міста спричиняють понад 80% викидів парникових газів та 70% світового споживання енергії. Розвиток міста продовжується до тих пір, поки не виникають проблеми з транспортним обслуговуванням, що проявляються у витратах часу на переміщення, затримках на дорогах та перевантаженні автомобільного транспорту. Зі зростанням населення та території міста збільшується його рухливість, зростає відстань поїздок і, відповідно, збільшуються обсяги роботи міського транспорту.

Зі значним зростанням рівня автомобілізації через масове використання приватних автомобілів для щоденних поїздок мешканці міста стикаються з проблемою перевантаження вулично-дорожньої мережі (ВДМ). Внаслідок цього виникає необхідність управління транспортною системою як "складною системою".

Стратегія розвитку міста для полегшення автомобільного руху часто базується на переконанні, що розв'язання проблем транспортних заторів можна досягти шляхом розширення ВДМ. Однак цей підхід часто веде до ще більшого збільшення автомобільного трафіку та створення нових транспортних заторів [2-4].

Принцип збалансованого розвитку міста ґрунтується на розумінні міста як складної системи, що включає різноманітні сфери діяльності, зокрема, транспорт. Ефективне функціонування міста можливе тільки за умови ефективної взаємодії транспортної системи з іншими сферами життєдіяльності [5].

Відсутність системного планування міст з урахуванням усіх цих складових викликає різноманітні проблеми, включаючи ускладнення реконструкції існуючих проїзних частин. У зв'язку з цим для міст з великою густиною забудови дослідники [6, 7] рекомендують звернути увагу на розвиток громадського транспорту (ГТ) з підвищеною перевізною спроможністю та можливістю комбінування різних видів транспорту для оптимізації часу переміщення.

Можна виокремити ряд факторів, які визначають ефективність функціонування транспортних систем у містах. (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Чинники ефективності функціонування транспортної системи міст

У роботі [8] науковці провели аналіз стратегій управління транспортною системою на основі досвіду різних міст світу. Вони виокремлюють як найбільш ефективні заходи зі зниження навантаження на транспортну мережу міст – облаштування дублюючих магістралей на різних рівнях та створення «перехоплюючих» парковок.

Для забезпечення ефективності функціонування транспортної системи у містах, основною стратегією часто є будівництво та реконструкція доріг, а також поліпшення ГТ. Проте, у світовій практиці все більш поширюється концепція мультимодальних переміщень, яка враховує не лише приватний автотранспорт та ГТ, але й альтернативні засоби, такі як пішки, велосипеди тощо. Вибір конкретного виду переміщення залежить від розміру міста та відстані подорожі.

Можна виокремити такі фактори, які впливають на поведінку мешканців при виборі способу користування громадським транспортом:

- місце розташування точок притягання,
- щільність розміщення точок притягання,
- відстань до зупинок громадського транспорту.

Згідно з новою парадигмою в транспортному плануванні, основний акцент робиться на мультимодальності та комплексному підході до планування транспортної мережі у містах. Основні відмінності між старою та новою парадигмами транспортного планування міст наведено у таблиці 1.1.

У великих містах існує тенденція до розвитку деяких елементів мультимодальної інфраструктури, таких як будівництво велосипедних доріжок, виділення смуг для руху ГТ та інші. Проте часто побудова цих елементів інфраструктури відбувається за рахунок ПЧ, що призводить до зменшення кількості смуг руху для приватного транспорту та, відповідно, до зростання заторів. Тому, як було зазначено вище, необхідне комплексне збалансоване планування вулично-дорожньої мережі з урахуванням витрат часу усіх учасників дорожнього руху (УДР).

Таблиця 1.1 – Особливості нової парадигми транспортного планування [11]

Параметр	Стара парадигма	Нова парадигма
Визначення транспортування	Мобільність (фізична поїздка)	Доступність (можливість мешканців добиратися до точок притягання)
Види транспорту	Переважно автомобіль	Мультиmodalність: - пішки, - їзда на велосипеді, - ГТ, - автомобіль, - телекомунікації, - служби доставки
Цілі планування	Зменшення заторів; зменшення аварійності та викидів шкідливих речовин на автомобільно-кілометр; збереження витрат на ВДМ	Зменшення заторів; зменшення витрат на ВДМ та паркування; доступність та збереження витрат споживачів; вдосконалення доступності для людей з обмеженими можливостями; зменшення аварійності, споживання енергії і викидів шкідливих речовин на одного мешканця; покращення здоров'я та добробуту жителів; стратегічні цілі щодо використання землі (зменшення розростання міст)
Чинники, які розглядаються	Швидкості руху транспортного засобу та їх затримки в русі; експлуатаційні витрати ТЗ та тарифи; кількість дорожньо-транспортних подій (ДТП) та викидів шкідливих речовин	Велика кількість економічних, соціальних та екологічних чинників, включно з непрямыми

Продовження таблиці 1.1

Показники ефективності	Швидкості руху ТП; рівень обслуговування; по кілометрова кількість ДТП та викиди шкідливих речовин	комплексне моделювання доступності, яке включає час, вартість у грошовому еквіваленті, комфорт, безпеку, безпечність та екологічний вплив; мультимодальний рівень обслуговування;
Переважні опції щодо вдосконалення транспорту	Підвищення пропускної здатності (ПЗ) доріг	більш доступна інженерна підготовка землі до забудови; вдосконалення опцій транспорту (пішки, їзда на велосипеді, ГТ); управління попитом на перевезення; реформа цінотворень;
Масштаби планування	Обмежені: Транспортне планування відокремлене від інших питань планування	індивідуальні, короткострокові рішення мають доповнювати стратегічні, довготермінові цілі планування; інтегроване та стратегічне планування;

1.3 Вплив геометричних параметрів вулично-дорожньої мережі на стан транспортного потоку та режими регулювання

Планувальні особливості та конфігурація вулично-дорожньої мережі.

Під якісним станом транспортного потоку розуміється сукупність характеристик, які визначають умови руху та розриваються за рівнями зручності [12]. На якісний стан транспортного потоку мають впливати кілька чинників, серед яких планувальна схема вулично-дорожньої мережі та її геометричні параметри.

Існують різні планувальні схеми ВДМ [12], серед яких найбільш ефективними вважаються прямокутна та прямокутно-діагональна. Ці схеми

забезпечують зручне влаштування паралельних напрямків під час проектування системи ГТ і отримали широке поширення у багатьох нових містах. Найменш ефективними є вільна, трикутна та гексагональна схеми, тому що вони обмежені в практичній застосованості.

Радіальна та радіально-кільцева схеми часто зустрічаються у містах, де сформована історична центральна частина. Радіальна схема характеризується складним зв'язком між периферійними районами, але вона має найкоротший зв'язок центру з районами міста. Радіально-кільцева схема є покращеною радіальною схемою при інтеграції кільцевих магістральних вулиць, які забезпечують зв'язок між периферійними районами паралельно центру. Характеризується найнижчими значеннями коефіцієнта непрямолінійності – від 1,05 до 1,10 (при значенні менше 1,15 ВДМ вважається сприятливою). Розташування кільцевих магістралей зумовлено транспортними потребами, а їхня кількість залежить від розміру міста. Негативною стороною такої схеми є велика концентрація транзитних потоків в центрі міста, але при правильному плануванні та використанні кільцевих магістралей можливе підвищення ефективності радіально-кільцевої схеми [2].

У роботі [14] наведено особливості системи громадського транспорту, які визначають її ефективне функціонування у містах (рис. 1.8).

Застосування різних видів транспортних засобів у ГТ значно впливає на її ефективність, що залежить від принципів заселення міської території та конфігурації ВДМ.

В таблиці 1.2 наведено основні характеристики категорій ГТ, використання яких залежить від розташування точок тяжіння та кількості кореспонденцій [15].

Швидкісні маршрути або швидкісні автобусні перевезення (ШАП) забезпечують транспортування пасажирів між значними точками тяжіння, розташованими у різних частинах міста. Згідно з розташуванням цих точок, автори виділяють різні планувальні схеми міста з урахуванням функціонування ГТ, такі як радіальна, радіально-кільцева, частково радіально-кільцева, пряма з

підвізними маршрутами та прямокутна. До переваг радіальних схем відносять забезпечення зв'язку між периферійними районами та центром міста, маючи коридори вздовж основних точок тяжіння. У той час як радіально-кільцеві та частково радіальні схеми дозволяють розширити зону обслуговування до передмістя. Недоліком є велика кількість пересадок. Перевага прямих схем з підвізними маршрутами є прокладання через все місто, маючи можливість використовувати весь коридор з точками тяжіння, але потребують інтеграції з підвізними маршрутами. Перевагою прямокутних схем є забезпечення високого рівня покриття ВДМ, проте вимагають великої частоти руху транспорту та мають велику кількість пересадок.

Швидкісні маршрути:

- інтервали в русі – 4-6 хв;
- швидкість – більше 25 км/год;
- територія – основні частини міста;
- принципи формування: зменшення часу в дорозі зменшенням кількості зупинкових пунктів, збільшення кількості спеціалізованих смуг руху та наявність пріоритету для громадського транспорту



Основні маршрути:

- інтервали в русі – 10-15 хв;
- види транспорту – автобуси, тролейбуси;
- територія – основна та центральна частина міста;
- принципи формування: незалежні автобусні та тролейбусні маршрути



Підвізні маршрути:

- інтервали в русі – залежно від величини пасажиропотоку;
- види транспорту – автобуси різної місткості;
- територія – периферійна частина міста, передмістя (автобуси малої місткості);
- принципи формування: перехоплюючі парковки, доступ до швидкісних та основних маршрутів,

Рисунок 1.8 – Система громадського транспорту у містах [14]

Таблиця 1.2 – Загальні характеристики категорій громадського транспорту

Категорія ГТ	Типове розміщення ЗПГТ	Шляхи сполучення	Частота обслуговування	Тип рухомого складу
Місцевий	Від 100 до 400 м, інколи на вимогу	Рух у змішаному потоці	1–20 од/год, залежно від часу доби	Місцевий автобус / Трамвай
Місцевий/експрес	Так само, як і місцевий, але з малою кількістю або без ЗП у експрес-зонах	Рух у змішаному транспортному потоці при місцевому сполученні, у експрес-зонах можливе повне відокремлення від решти транспортного потоці	Так само, як місцевий, але може обслуговувати лише в пікові періоди як додатковий до місцевого	Місцевий автобус / Трамвай
Напівшвидкісний	Від 300 до 1000 м	Переважно часткове відокремлення від решти транспортного потоку, можливе повне відокремлення від решти транспортного потоку або рух у змішаному транспортному потоку	4–8 од/год, інколи більше	Автобус підвищеної вмістимості / Трамвай підвищеної вмістимості
Швидкісний	Від 400 до 2000 м	Виключно відокремлений рух від решти транспортного потоку	4–30 од/год	Автобус підвищеної вмістимості / Швидкісний трамвай (метро)
Швидкісний/приміський	Як швидкісний у щільних місцевих районах; як приміський у всіх інших випадках	Виключно відокремлений рух від решти транспортного потоку	4–8 од/год на лінії	Приміський автобус / Швидкісний трамвай (метро)
Приміський	Більше, ніж 2000 м	Виключно відокремлений рух від решти транспортного потоку	1–4 од/год на гілках	Приміський автобус / Приміський залізничний транспорт

Стан транспортних потоків та пріоритизація громадського транспорту.

Основними якісними критеріями функціонування вулично-дорожньої мережі є час в дорозі, а також надійність її роботи для приватного та громадського транспорту. Виділено основні чинники впливу на рух громадського транспорту у транспортному потоці (рис.1.9).



Рисунок 1.9 – Основні чинники, які впливають на рух громадського транспорту у транспортному потоці

Відповідно до співвідношення між показниками транспортного потоку класифікують такі рівні зручності руху [2] (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Класифікація та характеристика рівнів зручності руху [2]

Рівень зручності	Рівень завантаження	Відношення швидкості руху до максимальної швидкості	Відношення щільності ТП до максимальної щільності	Характеристика руху	Стан ТП
А	$<0,2$	$>0,9$	$<0,1$	Транспортні засоби рухаються за вільних умов, взаємодія та взаємний вплив відсутні	Вільний
Б	$0,2-0,45$	$0,7-0,9$	$0,1-0,3$	Рух транспортних засобів відбувається групами, багато обгонів	Частково зв'язаний
В	$0,45-0,7$	$0,55-0,7$	$0,3-0,7$	У потоці ще є великі інтервали слідування, обгони ускладнені	Зв'язаний
Г	$0,7-1,0$	$0,4-0,55$	$0,7-1,0$	Судільний потік транспортних засобів, які рухаються з малими швидкостями.	Щільний насичений
	$0; 1,0$	$0; 0,4$		Транспортний потік рухається із зупинками, виникає затор	Щільний насичений

Можна виділити наступні види пріоритету для ГТ на регульованих перехрестях (РП):

- пасивний та активний пасивний пріоритет: активний пріоритет передбачає управління рухом ГТ на РП у реальному часі, тоді як пасивний пріоритет охоплює оптимізацію тривалості світлофорних циклів та розподіл дозвільного сигналу між різними напрямками, а також використання координованого регулювання.

- повний, частковий та відносний пріоритет: Повний пріоритет, поширений у Європейських країнах, означає надання переваги ГТ без будь-яких затримок. Частковий пріоритет передбачає продовження тривалості дозвільного

сигналу або його ввімкнення заздалегідь. Відносний пріоритет передбачає надання пріоритету ГТ залежно від інтенсивності руху та утворення черг.

- безумовний та умовний пріоритет: Безумовний пріоритет передбачає надання пріоритету кожному транзитному транспортному засобу (ТЗ) ГТ. Умовний пріоритет надається транспортним засобам ГТ лише у випадку, коли вони відстають від графіку руху.

У роботах [16] описано принцип встановлення попереднього світлофора лише для приватного транспорту там, де смуга руху для громадського транспорту закінчується на певній відстані до РП (рис. 1.10).

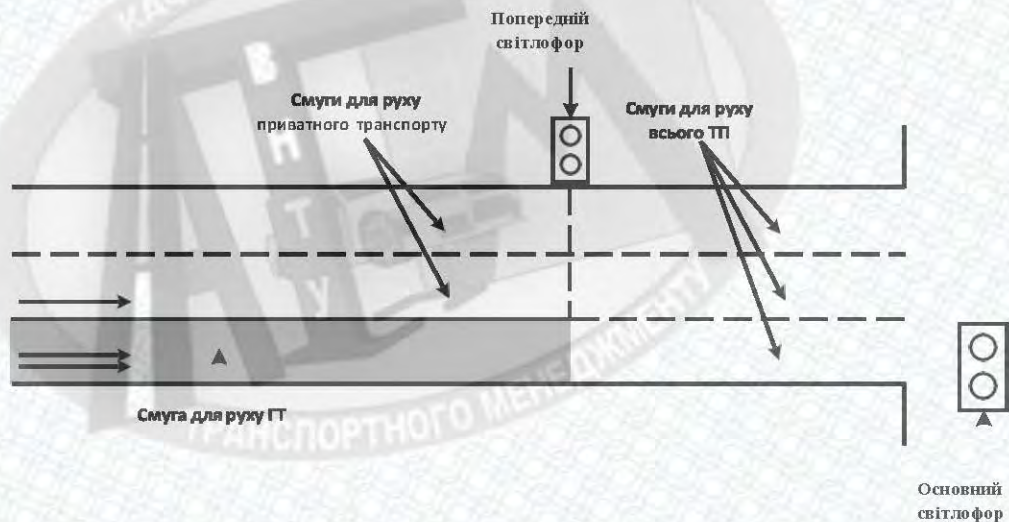
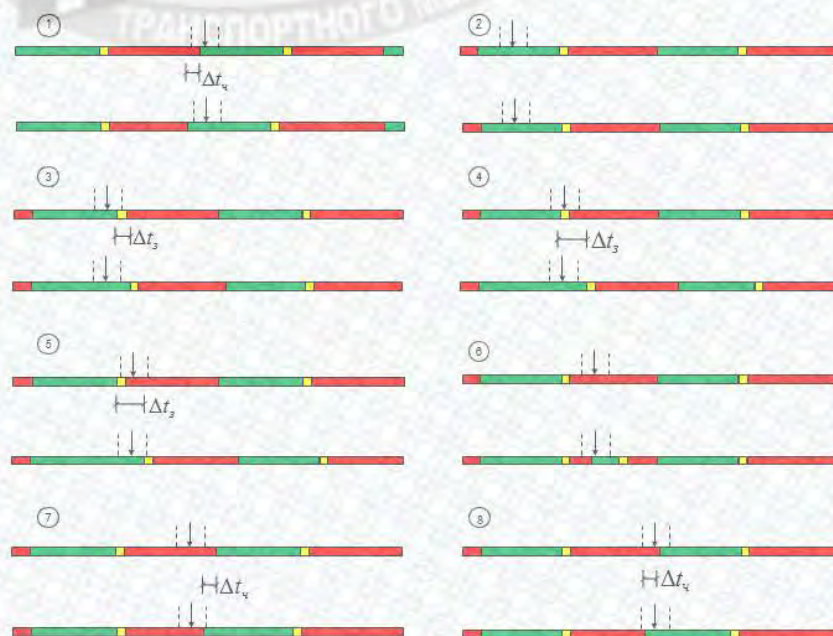


Рисунок 1.10 – Принцип встановлення попереднього світлофора для надання пріоритету ГТ

За такою схемою управління транспортним потоком, коли громадський транспорт підходить до регульованого перехрестя, для приватного транспорту вмикається заборонний сигнал на попередньому світлофорі. Таким чином, громадський транспорт отримує пріоритет у русі у всіх напрямках на перехресті, що сприяє зменшенню загальних затримок на РП. Проте недоліком цієї системи є те, що коли ГТ підходить до РП у той момент, коли на попередньому світлофорі вже ввімкнений дозвільний сигнал, а на головному — заборонний, це призводить до додаткових затримок.

Визначено 8 режимів роботи світлофорного циклу з частковим активним пріоритетом для громадського транспорту під час їхнього підходу до РП (рис. 1.11). Перший, сьомий та восьмий сценарії передбачають скорочення тривалості заборонного сигналу при під'їзді громадського транспорту до регульованого перехрестя, проте збільшення тривалості повинно бути більшим, ніж мінімальна тривалість дозвільного сигналу попередньої фази з урахуванням пріоритету для ГТ. Другий сценарій передбачає, що ГТ під'їжджає до РП за час, коли дозвільний сигнал вже ввімкнений, тому змін у тривалості сигналів не потрібні. Третій, четвертий та п'ятий сценарії передбачають продовження дозвільного сигналу, проте збільшена тривалість повинна відповідати потребам ГТ у проїзді перехрестя, але не перевищувати максимальної тривалості дозвільного сигналу цієї фази. Шостий сценарій передбачає прибуття ГТ до РП посередині тривалості заборонного сигналу, що призводить до зміни фази і надання ГТ можливості проїзду перед подальшим ввімкненням заборонного сигналу для даного напрямку.



t_s – тривалість дозвільного сигналу; t_q – тривалість заборонного сигналу

Рисунок 1.11 – Сценарії часткового активного пріоритету під час підходу громадського транспорту до регульованого перехрестя

У роботі [17] виділено наступні принципи коректного проектування пріоритету ГТ: встановлення пріоритетних смуг руху для ГТ там, де він переміщується разом із приватними транспортними засобами; забезпечення безперешкодного з'єднання з велосипедними та пішохідними доріжками; регулювання руху приватного транспорту, якщо немає можливості виділити спеціальні смуги для ГТ; розташування зупинок ГТ так, щоб вони не ускладнювали рух іншого транспорту. Зокрема, існують такі заходи: виділені смуги для ГТ в одному або протилежному напрямку руху поруч з іншим транспортом; відокремлені коридори для руху ГТ; пріоритет для ГТ на РП та інтегровані заходи для покращення руху ГТ (з пріоритетними смугами на РП).

У табл. 1.4 наведено переваги та недоліки способів надання пріоритету громадському транспорту.

Таблиця 1.4 – Переваги та недоліки способів надання пріоритету ГТ

Вид пріоритету	Переваги	Недоліки
1	2	3
Пріоритет під час руху на світлофорах	– зменшення затримок; – підвищення надійності.	– ризик зменшення рівня – ризик переривання координованого регулювання; - Зручності руху, якщо рух на перехресті близький до пропускної здатності; – автобуси, які рухаються на протилежних перехрестях можуть мати додаткові затримки.
Смуга для обходу черг на РП	– зменшення затримок від черг на перехрестях; – автобуси можуть обходити транспортний потік, який зупинився перед перехрестям.	– права смуга має бути доступною для маневру та довшою, ніж величина черги; – вимагається виділення окремої фази для правоповоротних або транзитних транспортних засобів; – зменшується тривалість дозвільного сигналу для решти транспортного потоку; – водії автобусів мають бути повідомлені про короткий період ввімкнення пріоритетного сигналу;

Продовження таблиці 1.4

Розширення тротуарів	- зменшує час, необхідний для виїзду з ЗП та повернення у транспортного потоку; - збільшує кількість місць для паркування; - збільшує простір для елементів ЗП; - зменшує відстань переходу пішоходами ПЧ.	- вимагає наявності мінімум двох смуг у напрямку руху громадського транспорту для уникнення блокування руху решти транспортного потоку під час посадки-висадки пасажирів; - складність під час проектування велосипедних смуг.
Острівці для посадки-висадки пасажирів	збільшує швидкість руху ГТ за рахунок використання лівих смуг руху.	- вимагає мінімум двох смуг у напрямку руху громадського транспорту; - вимагає більше права на проїзд ніж інші заходи; - існує значна різниця швидкостей в обох смугах; - вкладність з пішохідним доступом, зручністю та безпекою руху.
Заборона паркування	збільшує швидкість руху ГТ та приватного транспорту за рахунок відсутності маневрів під час паркування.	- вимагає постійного нагляду зі сторони поліції - має негативний вплив на жителів прилеглих районів;
Перенесення ЗП ГТ за перехрестя	використання існуючих сигналів світлофора для надання пріоритету в русі ГТ.	збільшення пішохідної досяжності пасажирів, які здійснюють пересадки.
Відміна заборони поворотів	підвищення швидкості ГТ за рахунок відміни потреби у об'їздах через заборону поворотів.	- зменшуються безпека руху на перехресті - потенційно зменшує рівень зручності на перехресті;
Виділені смуги руху	- підвищення надійності; - підвищення швидкості руху шляхом відокремлення від джерела затримок; - підвищення видимості транзиту.	- вимагає постійного нагляду зі сторони поліції - негативний вплив на ТП та паркування за рахунок зменшення кількості смуг руху;

Якщо розглядати надання пріоритету громадському транспорту в просторі, то у роботі [18] наведено формулу для розрахунку необхідного об'єму руху громадського транспорту для обґрунтування виділення смуги:

$$q_B \geq \frac{q_A}{N - 1^x} \quad (1.1)$$

де q_B та q_A відповідно годинні інтенсивності ГТ та приватного транспорту,

N – загальна кількість смуг руху,

x – відношення середньої кількості пасажирів автомобілів до громадського транспорту.

Суть рівняння (1.1) полягає у тому, що під час виділення смуг руху для ГТ повинно забезпечуватися більше пасажиропотоку протягом однакового періоду часу, ніж на сусідній смузі, призначеній для приватного транспорту.

Згідно з нормативом [18], на магістральних вулицях рекомендується виділяти не менше ніж 3 смуги руху для громадського транспорту в одному напрямку, залежно від інтенсивності, складу та швидкості руху транспорту. При наявності лише 2 смуг умовно допускається виділення смуг руху для громадського транспорту на вулицях з історичною або існуючою забудовою чи в умовах реконструкції.

Виділяти смуги руху для ГТ доцільно на найбільш навантажених магістральних вулицях для мінімізації часу, витраченого пасажирями громадського транспорту на переміщення. Для аналізу доцільності виділення таких смуг потрібні дослідження швидкостей руху громадського транспорту вздовж їх маршрутів. На ділянках, де швидкості руху найнижчі, рекомендується виділяти смуги руху для ГТ.

1.4 Особливості затримок у транспортних потоках міст

Поняття затримок та їх класифікація.

Швидкість руху та затримка розглядаються як змінні, які аналізуються методами системного аналізу. Ці показники можна використовувати під час розроблення заходів щодо поліпшення управління транспортними потоками, оскільки є можливість визначити час у дорозі.

Затримка визначається як додатковий час у дорозі для водія, пасажирів або пішохода. У табл. 1.5 наведено класифікацію затримки.

Таблиця 1.5 – Класифікація та характеристика затримки

Термін	Означення
Затримка через геометричні параметри ВДМ	Компонент затримки, коли геометричні причини зменшення швидкості транспортних засобів параметри вулиці
Затримка ДТП через	Компонент затримки, який виникає через ДТП, порівнюється з умовами без ДТП
Затримка у ТП	Компонент затримки, який виникає, коли взаємодія між учасниками дорожнього руху змушує водіїв зменшити швидкість руху транспортних засобів до нижчої, ніж швидкість в умовах вільного руху
Затримка на регульованих об'єктах	Загальний додатковий час в дорозі для водіїв, пасажирів та пішоходів, який виникає у результаті заходів світлофорного регулювання та взаємодії з іншими учасниками дорожнього руху, поділений на кількість транспортних засобів, які виїжджають з певного напрямку, вимірюється шляхом порівняння з не регульованими умовами
Наростаюча затримка	Затримка на регульованих об'єктах, яка виникає при випадковому прибутті транспортних засобів та тимчасових випадкових затримках або затримка, спричинена стійкими періодами перенасичення
Затримка початкової черги	Затримка на регульованих об'єктах, яка виникає через черги транспортних засобів, які утворилися в попередньому світлофорному циклі та залишаються на початку поточного циклу. Виникає через недостатню тривалість додаткового часу, який необхідний для проходження початкової черги
Рівномірна затримка	Компонент затримки на регульованих об'єктах, з урахуванням рівномірного прибуття транспортних засобів
Затримка напрямку	Затримка на регульованих об'єктах для певного напрямку
Сумарна затримка	Сума затримок для різних смуг, зазвичай об'єднаних підходом, перехрестям або магістральним маршрутом
Загальна затримка	Сума всіх компонентів затримки для будь-якого напрямку, включно з затримкою на регульованих об'єктах, затримку у транспортних потоках, затримку через геометричні параметри вулично-дорожньої мережі та через ДТП

У роботі [19] наведено оцінку умов руху під час розроблення заходів щодо поліпшення параметрів транспортної мережі з урахуванням часу, необхідного для переміщення:

$$k_n = \frac{\Delta T_{\text{зсум}}}{\Delta T_{\text{Рсум}}} \rightarrow \min, \quad (1.2)$$

де $\Delta T_{\text{зсум}}$ – зміна загальних витрат часу на переміщення, які пов'язані із затримками руху на маршруті, год;

$\Delta T_{\text{Рсум}}$ – зміна загального часу руху на переміщення маршрутом, год.

Зміна сумарних витрат часу на переміщення визначається як різниця між витратами часу до та після впровадження заходів:

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{зсум}} &= T'_{\text{зсум}} - T''_{\text{зсум}} \\ \Delta T_{\text{Рсум}} &= \Delta T'_{\text{Рсум}} - \Delta T''_{\text{Рсум}} \end{aligned} \quad (1.3)$$

Зміну сумарних витрат часу на переміщення визначають як різницю між часовими витратами до та після впровадження заходів:

де T' , T'' – витрати часу до і після удосконалення параметрів вулично-дорожньої мережі відповідно, год.

Витрати часу на затримку руху, визначається:

$$T_{\text{зсум}} = T_{\text{зі}} - T_{\text{зій}}, \quad (1.4)$$

де $T_{\text{зі}}$ – витрати часу, пов'язані із затримками на перехрестях, год;

$T_{\text{зій}}$ – витрати часу, пов'язані із затримками на ділянках вулично-дорожньої мережі між перехрестями, год.

Витрати часу на затримками на перехрестях, визначається:

$$T_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^k \overline{f_{aj}} \cdot N_{ij}}{\sum_{i=1}^k N_{ij}} \cdot N_{ij}, \quad (1.5)$$

де $\overline{f_{aj}}$ – середня затримка руху транспортних потоків в j напрямку руху, км/год;

N_{ij} – інтенсивність руху транспортних потоків на ділянці мережі, од/год.

Витрати часу, пов'язані з затримками на ділянках вулично-дорожньої мережі, визначають за формулою:

$$T_{\Sigma ij} = \frac{L_{ij}}{V_{\Phi ij}} \cdot N_{ij}, \quad (1.6)$$

де L_{ij} – довжина ділянки мережі, км;

$V_{\Phi ij}$ – фактична швидкість руху ТП, км/год.

Затримки на РП.

Регульовані перехрестя є найбільш поширеними об'єктами виникнення затримок у транспортних потоках. На рис. 1.10 наведено узагальнену схему утворення транспортних затримок на РП.

У роботі [18] зазначено, що розрахунок затримок залежить від кількох факторів, включаючи імовірнісний розподіл прибуття ТП, тривалість світлофорних сигналів та інтенсивність виїзду транспортних засобів з перехрестя.

Модель Вебстера можна описати таким рівнянням:

$$d = \frac{T_u(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2N(1-x)} - 0,65 \left(\frac{T_u}{N^2} \right)^{1/3} \times x^{(2+5\lambda)}, \quad (1.6)$$

де d – середня затримка, що припадає на один транспортних засобів, од/с;
 $T_{ц}$ – світлофорного циклу, с;
 A – відношення тривалості зеленого сигналу світлофора у певній фазі до тривалості світлофорного циклу;
 x – ступіньнасыщення;
 N – інтенсивність прибуття транспортних засобів до перехрестя, од/с.

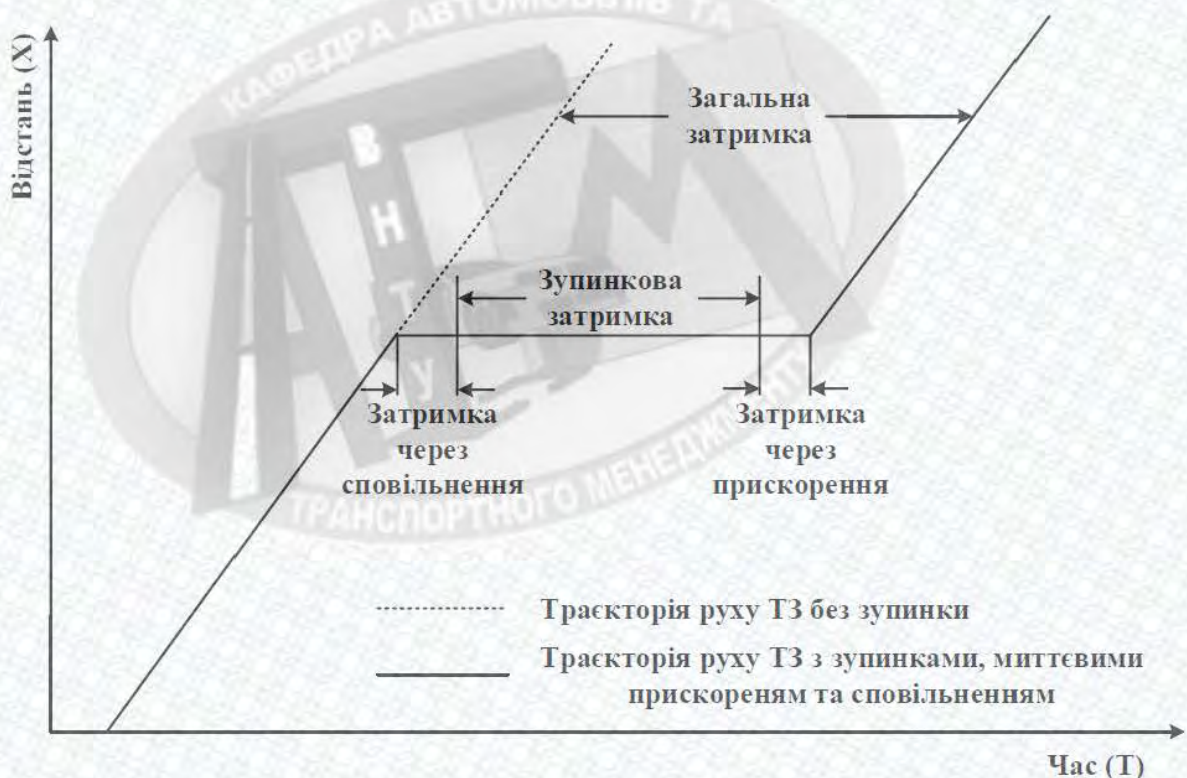


Рисунок 1.12 – Схема утворення транспортних затримок на РП

Недоліком моделі Вебстера є її непридатність для застосування при ступені насичення дороги більше 1. Однак на підходах до РП часто спостерігається ситуація, коли накопичена черга автомобілів не може роз'їхатись за час одного циклу світлофора, відбувається її наростання. Цей процес відомий як затримка перенасичення або наростаюча затримка.

У HCM 2010 наведено таку модель затримки:

$$d = d_1 (PF) + d_2 + d_3, \quad (1.8)$$

де d_1 – рівномірна затримка з урахуванням рівномірного прибуття транспортних засобів до перехрестя, с/од;

PF – коригуючий коефіцієнт збільшення рівномірної затримки, який розраховується при зростанні тривалості сигналів світлофорного циклу;

d_2 – зростаюча затримка для розрахунку впливу черг перенасичення та випадкового прибуття, коректується для часу періоду спостережень та типу світлофорного регулювання, даний компонент затримки припускає, що на старті періоду спостережень відсутня початкова черга на підході до перехрестя, с/од;

d_3 – затримка початкової черги, яка враховує затримку всіх транспортних засобів в досліджуваному періоді, с/од.

Рівномірна затримка визначається:

$$d_1 = \frac{0,5T_u(1-\lambda)^2}{1 - [\min(1, x)\lambda]}, \quad (1.9)$$

де x – коефіцієнт завантаження або ступінь насичення потоку на підході до перехрестя.

Наростаюча затримка визначається:

$$d_2 = 900T \left[(x-1) + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{8klx}{PT}} \right], \quad (1.10)$$

де T – тривалість періоду спостереження, год;

k – чинник наростання затримки, залежить від типу регулювання та налаштувань контролера;

l – коригуючий коефіцієнт калібрування;

P – пропускна здатність підходу до перехрестя, од/год.

Затримка початкової черги визначається:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1+u)t}{PT}, \quad (1.11)$$

де Q_b – величина початкової черги на початок періоду спостережень, од;

u – параметр затримки;

t – тривалість очікування на проїзд за період спостережень, год.

На рис. 1.13 наведено порівняння моделей затримки транспортних засобів перед РП [19].

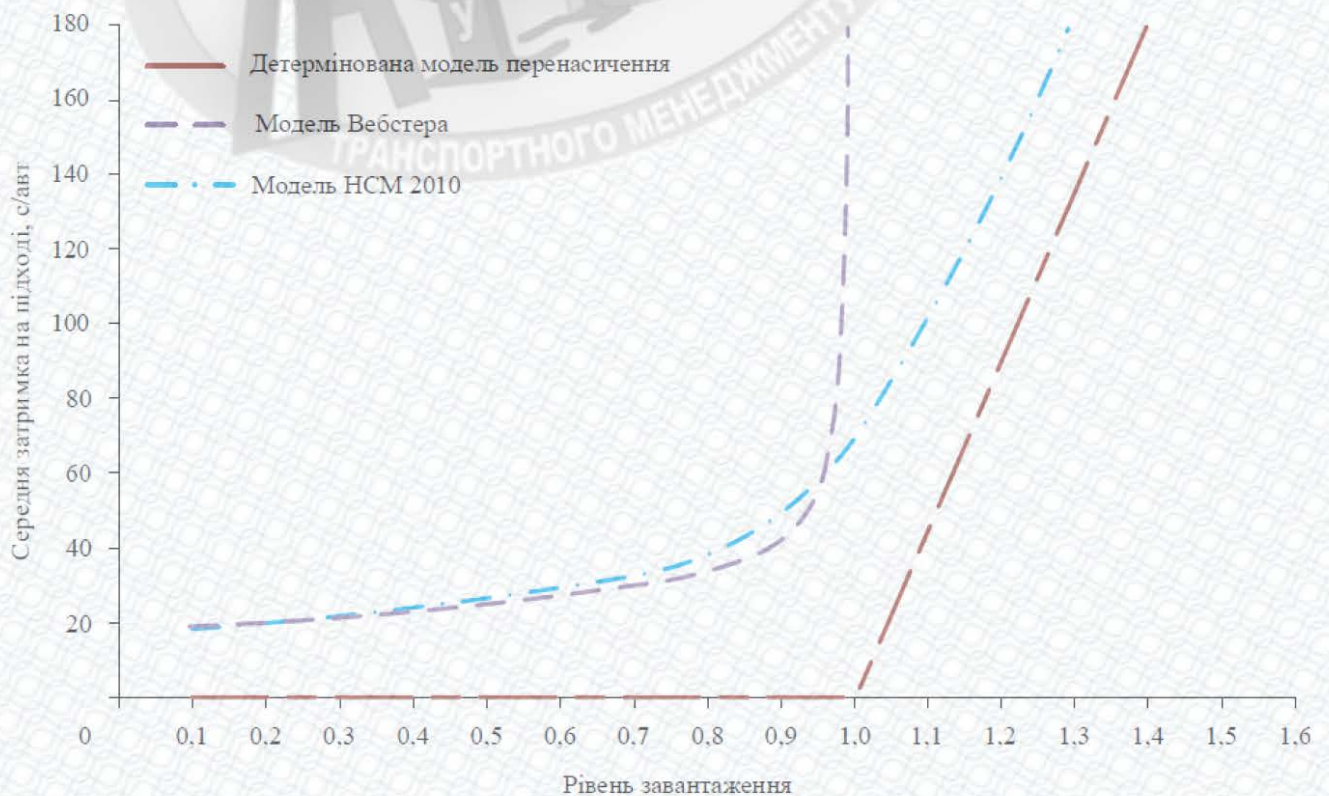


Рисунок 1.13 – Порівняння моделей затримки транспортних засобів перед РП

На рис. 1.14 наведено оптимальну тривалість світлофорного циклу для найменших затримок.



Рисунок 1.14 – Вплив тривалості світлофорного циклу на виникнення затримок

Якщо не забезпечено відповідне співвідношення між тривалістю дозвільного сигналу та тривалістю циклу світлофора, це може призвести до зниження пропускну здатності перехрестя і різкого збільшення затримок. Занадто велика тривалість світлофорного циклу також може негативно позначитись на утворенні затримок, її вплив не настільки суттєвий.

Описані моделі можна застосовувати в умовах жорсткого світлофорного регулювання. Модель затримок на перехрестях з використанням адаптивного світлофорного регулювання описує затримку як функцію від параметрів світлофорного регулювання (тривалість дозвільного сигналу та тривалість циклу), параметрів пріоритету для ГТ (тривалість продовженого дозвільного

сигналу) і характеристик ТП (інтенсивність руху та потік насичення). Оцінка затримки на РП з пріоритетом для ГТ проводиться за наступним рівнянням:

$$D = \frac{(T_u - t_3)^2}{2 \cdot T_u \cdot (1 - (N/M_n))} + k_1 \cdot e \cdot (1 - (z)^{k_2}) + k_3, \quad (1.12)$$

де M_n - потік насичення, од/год;

e – максимальна тривалість продовженого дозвільного сигналу, с;

z – коефіцієнт завантаження дороги рухом;

k_1, k_2, k_3 – параметри функції, які враховують впливи інших параметрів, таких, як особливості функціонування громадського транспорту (тобто частота руху громадського транспорту, розміщення зупинок громадського транспорту тощо).

Затримки на ЗП ГТ.

ЗП ГТ можуть бути розміщені: перед перехрестями, за перехрестями та на ділянках між перехрестями [4]. Залежно від їх місця розташування, можуть виникати затримки як громадського транспорту, так і для загального ТП.

Недоліками ЗП перед перехрестям є конфлікт ГТ з поворотними потоками та блокування смуги для руху транспортних засобів. Недоліки ЗП за перехрестям включають блокування останнього транспортного засобу громадського транспорту у пікові періоди, додаткові затримки для ГТ, які не встигли проїхати перехрестя на зелений сигнал світлофора, а також підвищення аварійності через неочікувану зупинку водіїв транспортних засобів загального ТП громадського транспорту за перехрестям.

При збільшенні відстані до перехрестя зменшується її вплив на параметри транспортних потоків. Зупиночний пункт перед перехрестям є кращим рішенням, ніж за перехрестям, при умові, що така відстань складає від 70 до 200 м. На затримки перед зупиночним пунктом громадського транспорту впливають час посадки-висадки пасажирів, інтенсивність руху загального

транспортного потоку та відстань від зупиночного пункту до перехрестя. Зі збільшенням відстані від зупиночного пункту до перехрестя затримки транспортних засобів загального транспортного потоку суттєво зменшуються. При цьому, враховується «очікування» громадського транспорту при наближенні до зупинки, під яким розуміють зменшення швидкості руху громадського транспорту на ділянках між зупиночним пунктом для того, щоб прибути на нього та проїхати наступне перехрестя на зелений сигнал світлофора. На рис. 1.15 наведено залежність затримок транспортних засобів від відстані розміщення ЗП до перехрестя.

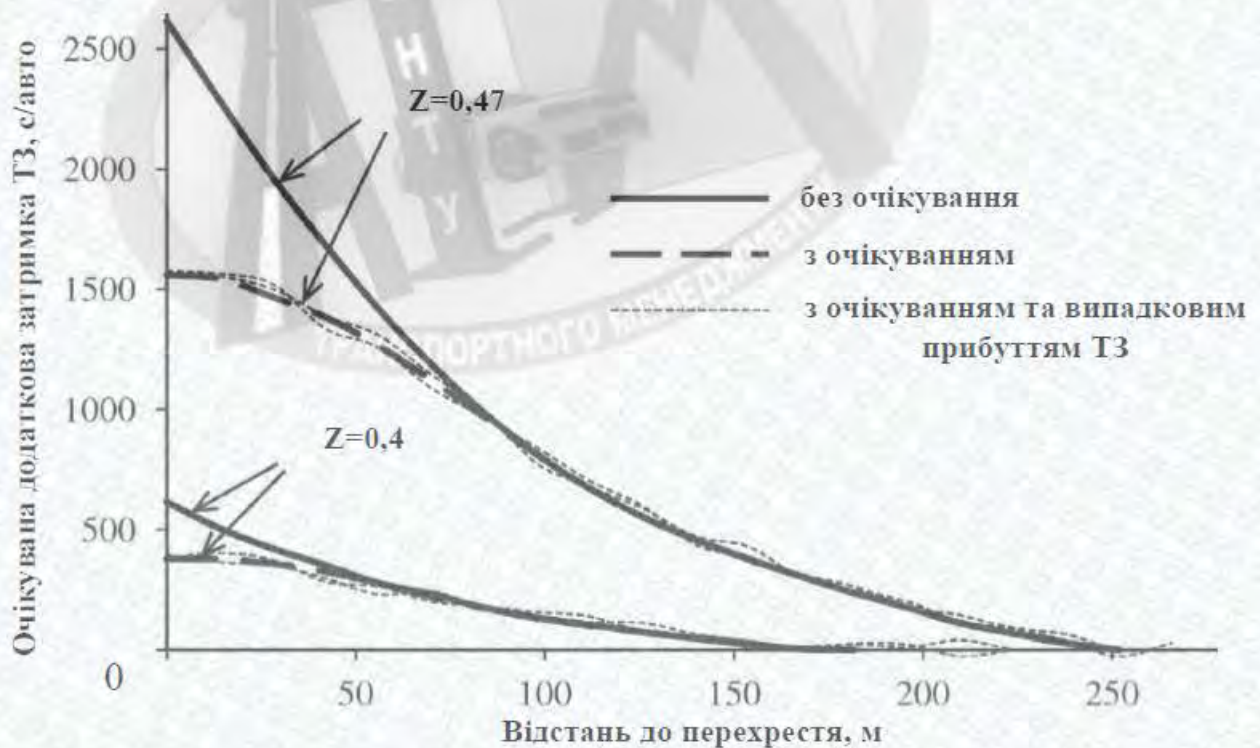


Рисунок 1.15 – Процес утворення затримок транспортних засобів залежно від розміщення ЗПГТ перед перехрестям

Суттєвий вплив на характеристики транспортного потоку у зоні дії зупиночного пункту має інтенсивність руху громадського транспорту. За інтенсивності руху громадського транспорту більше 200 од/год, зупиночного

пункту скраю ПЧ спричиняє значні затримки руху ТП. Проте, така значна інтенсивність руху громадського транспорту має також негативний вплив і на затримки самого громадського транспорту.

1.5 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

1. Для забезпечення ефективної роботи транспортної системи необхідний комплексний підхід до планування транспортної мережі враховуючи мультимодальності перевезень, пріоритетності громадського транспорту та удосконалення інфраструктури.

2. Головними чинниками, які впливають на рух громадського транспорту, є інтенсивність транспортних потоків, спосіб регулювання дорожнього руху, а також геометричні параметри та щільність вулично-дорожньої мережі. Підвищення ефективності функціонування громадського транспорту досягається організаційними та регуляторними заходами, основними серед яких є: облаштування виділених смуг руху для громадського транспорту; обмеження паркування скраю проїжджої частини; надання йому пріоритету на регульованих ділянках; заборона поворотних маневрів на перехрестях; спосіб облаштування зупинок громадського транспорту.

3. Найбільшими втратами часу є втрати спричинені насиченими транспортними потоками та режимом роботи світлофорного регулювання, зупинками та стоянками транспортних засобів на проїжджій частині.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати стан проблеми з вивчення витрат часу на переміщення залежно від планувальних рішень вулично-дорожньої та транспортної мереж, характеристик транспортного потоку та режимів регулювання руху;

- проаналізувати особливості затримок у транспортних потоках міст;

- дослідити процес формування транспортних потоків;
- дослідити транспортну мережу м. Вінниця;
- дослідити затримки транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста;
- провести експериментальні дослідження на транспортній мережі щодо швидкості руху громадського транспорту;
- визначення ефективності запропонованих рішень.



РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА

2.1 Дослідження процесу формування транспортних потоків

Моделювання руху використовується для оцінки функціонування ТП на ВДМ. У цьому аспекті найбільш поширене використання знаходить математичне моделювання. Цей метод дозволяє розглянути функціональні залежності між показниками ТП [21].

Виділяють три основні класи моделей: мікроскопічні, макроскопічні та мезоскопічні. Макроскопічні моделі описують взаємодію між основними характеристиками ТП, такими як інтенсивність, швидкість та щільність. Мікроскопічні моделі досліджують взаємодію окремих транспортних засобів у потоці. Мезоскопічні моделі, як проміжний варіант між макроскопічними та мікроскопічними, і розглядають окремі транспортні засоби без урахування їх взаємодії.

Можна виділити такі макроскопічні моделі як модель Лайтхілла–Уїзема, модель Уїзема, модель Танака, модель Пейна.

Серед макроскопічних моделей виділяють модель Лайтхілла–Уїзема, або Лайтхілла–Уїзема–Річардса (LWR). В цій моделі припускають, що існує взаємна залежність між швидкістю транспортних засобів на ділянці дороги x у момент t ($V(t, x)$) та щільністю транспортного потоку ($q(t, x)$), а також виконується закон збереження кількості транспортних засобів на дорозі [22].

Перше припущення виражається наступною умовою [22]:

$$v(t, x) = V(q(t, x)). \quad (2.1)$$

Наступне припущення роблять відносно функції $V(q)$:

$$V'(q) < 0. \quad (2.2)$$

Інтенсивність потоку позначається:

$$N(q) = qV(q). \quad (2.3)$$

На основі залежності (2.3) будується основна діаграма миттєвого стану транспортного потоку.

Припущення про закон збереження транспортного потоку виражають за такою формулою [23]:

$$q(v) = \frac{1}{d(v)}, \quad (2.4)$$

Де $d(v)$ – середня відстань між транспортних засобів при заданій швидкості ТП v ;

c_1 – час реакції водіїв;

$d(v) = L + c_1 v + c_2 v^2$; L – середня довжина транспортних засобів;

c_2 – коефіцієнт пропорційності гальмівному шляху, який залежить від дорожніх умов.

Загальний вигляд рівняння моделі Уізема [23]:

$$v(t, x) = V(q(t, x)) - \frac{D(q(t, x))}{q(t, x)} \frac{\partial q(t, x)}{\partial x}, \quad D(q) > 0. \quad (2.5)$$

Рівність (2.5) ґрунтується на рівності (2.1), причому компоненти правої частини рівняння враховують «далекозорість» водіїв. Під цим терміном розуміється, що водії знижують швидкість транспортних засобів, якщо щільність транспортного потоку попереду збільшується, і навпаки.

Модель Пейна розглядають як закон збереження транспортного потоку, де не враховується, що бажана швидкість досягається миттєво. Для визначення швидкості транспортного потоку за цією моделлю використовується наступне рівняння:

$$\frac{d}{dt}v = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{1}{\tau} \left(v - \left(V(q) - \frac{D(q)}{q} \frac{\partial q}{\partial x} \right) \right), \quad (2.6)$$

де $V(q) - \frac{D(q)}{q} \frac{\partial q}{\partial x}$ – складова моделі, яка описує намір реальної швидкості досягти бажаної;

τ – швидкість цього прагнення.

За допомогою вищезгаданих моделей можна визначати оптимальний режим ТП, що служить основою для розробки методів управління режимами світлофорного регулювання за критерієм зменшення часу у дорозі.

Виокремлюють наступні мікроскопічні моделі: модель руху за лідером, модель розумного водія, модель оптимальної швидкості та клітинкові автомати.

У моделі оптимальної швидкості враховано, що для кожного транспортного засобу існує "оптимальна" швидкість руху (V), яка залежить від відстані до лідера.

$$h_n(t + \Delta t) = V \left(\frac{1}{h_n(t)} \right), \quad (2.7)$$

де Δt – час реакції водіїв.

Модель оптимальної швидкості із запізненням у часі можна записати:

$$\dot{v}_n(t) = \frac{1}{T} (v'_e(d_n(t)) - v_n(t)), \quad (2.8)$$

де $\dot{v}_n(t)$ – швидкість транспортних засобів, адаптована під швидкість переднього транспортного засобу;

T – час адаптації;

$d_n(t)$ – дистанція між транспортними засобами;

$v_n(t)$ – швидкість транспортних засобів;

$v'_e(d)$ – оптимальна швидкість, яка розраховується за формулою:

$$v'_e(d) = \frac{v_0}{2} (tg(d - d_e) + tg(d_e)), \quad (2.9)$$

де v_0, d_e - константи.

Модель розумного водія враховує, що прискорення транспортних засобів є неперервною функцією швидкості транспортних засобів (v_n), «чистої» дистанції, яка враховує довжину транспортних засобів (s_n) і швидкості відносно лідера (Δv_n) [24]:

$$\dot{v}_n = a_n \left[1 - \left(\frac{v_n}{v_0} \right)^\delta - \left(\frac{s_n^* (v_n, \Delta v_n)}{s_n} \right)^2 \right], \quad (2.10)$$

де ліва частина рівняння описує динаміку прискорення транспортних засобів на вільній дорозі, права частина – гальмування транспортних засобів через його взаємодію з лідером.

Параметр δ вказує на поведінку транспортних засобів при розгоні.

У загальній моделі руху за лідером вводиться припущення, що прискорення другого транспортного засобу пропорційне його швидкості, різниці у швидкостях між автомобілем-лідером та другим транспортним засобом, а також інтервалу між ними. Прискорення другого транспортного засобу за час t розраховується [24]:

$$a_n(t) = \alpha \cdot v_n^\beta(t) \cdot \frac{(v_{n-1}(t - \Delta t) - v_n(t - \Delta t))}{(x_{n-1}(t - \Delta t) - x_n(t - \Delta t))^\gamma}, \quad (2.10)$$

де a_n – прискорення другого транспортного засобу; α ; β ; γ – параметри моделі, які відповідають за пропорційність ($\alpha > 0$);

v_n , v_{n-1} – швидкість руху відповідно другого та першого транспортного засобу; x_{n-1} , x_n – інтервали між транспортними засобами.

Моделі руху за лідером широко використовуються в імітаційному моделюванні, особливо для порівняння програмних продуктів. У роботі [24] автор проводить порівняння різних програмних продуктів, де використовуються різні моделі руху за лідером. Наприклад, у програмному середовищі AIMSUN використовується модель безпечної дистанції, у MITSIM – модель руху за лідером при врахуванні різної поведінки другого транспортного засобу, у Paramics – психофізична модель Фріцше, а у VISSIM – психофізіологічна модель Відемана. Навіть за наявності великої кількості параметрів та необхідності ручного калібрування, VISSIM виділяється як програмний продукт, який найбільш реалістично відображає поведінку водія.

Загальна концепція моделі Відемана, яка використовується у VISSIM, полягає у тому, що водій транспортного засобу, який рухається швидше, починає сповільнюватися, коли досягає порогу особистого сприйняття наближення до транспортного засобу, який рухається повільніше. Оскільки він не може точно визначити швидкість цього транспортного засобу, його власна

швидкість почне зменшуватися до такої швидкості, щоб знову почати прискорюватися після досягнення порогу сприйняття. Це призводить до циклічного процесу прискорення та сповільнення.

Імітаційне моделювання використовується для оцінки різних параметрів у ТП. Наприклад, у роботі [25] описано процес мікромоделювання впливу трамвайного руху на ТП за допомогою програмного середовища PTV Vissim. Основним параметром у цьому дослідженні обрано час в дорозі, який потім використовується для розрахунку впливу трамвайного руху на утворення затримок у ТП.

2.2 Особливості затримок транспортних потоків в транспортній мережі

Для оцінки умов руху на ВДМ або її частинах, цілком логічним є аналіз окремих ділянок, які мають схожі між собою характеристики. Враховуючи важливість руху ГТ на цих ділянках, ми переходимо від терміну «вулично-дорожня мережа» до терміну «транспортна мережа». Автори [3] вказують на важливість виявлення так званих «критичних ділянок», які мають великий вплив на функціонування всієї ТМ. Можемо розділити транспортну мережу на наступні умовні ділянки:

- регульовані пішохідні переходи;
- ділянки між перехрестями;
- регульовані перехрестя;
- ділянки в зоні дії ЗП ГТ;
- нерегульовані пішохідні переходи;
- нерегульовані перехрестя;

Розглянемо детальніше кожен з цих ділянок, аналізуючи утворення заторів ТП на них.

Ділянки між перехрестями. Основними перешкодами на ділянках між перехрестями є «вузькі місця» або місця, з різким збільшенням інтенсивності руху ТП. На рис. 2.1 наведено схему проїзду ділянки магістральної вулиці при зміні коефіцієнта завантаження дороги до та після виділення смуги для руху ГТ.



Рисунок 2.1 – Зміна коефіцієнта завантаження дороги рухом до та після виділення смуги для ГТ

Літерами А, Б, Д позначено перехрестя зі світлофорним регулюванням, літерою В – «вузькі місця» (може бути міст або тунель), літерою Г – місця притягання (може бути ринок, торговий центр або ділянка з регульованим вуличним паркуванням, де на вулицю виїжджає додаткова кількість транспортних засобів). Автори наголошують, що після виділення смуг руху для громадського транспорту на такі ділянки (виділені літерами) необхідно звертати особливу увагу.

Регульовані перехрестя. На цих об'єктах є два головних чинники виникнення затримок: інтенсивність руху транспортних засобів, які прибувають до перехрестя, та тривалість заборонного сигналу. У роботі [13] наведено

залежність величини затримки від тривалості горіння заборонного сигналу, яка являє собою майже лінійну залежність середньої затримки від тривалості заборонного сигналу.

На рис. 2.2 наведено залежність зміни величини затримки перед регульованим перехрестям залежно від інтенсивності руху транспортних засобів, які прибувають до нього.

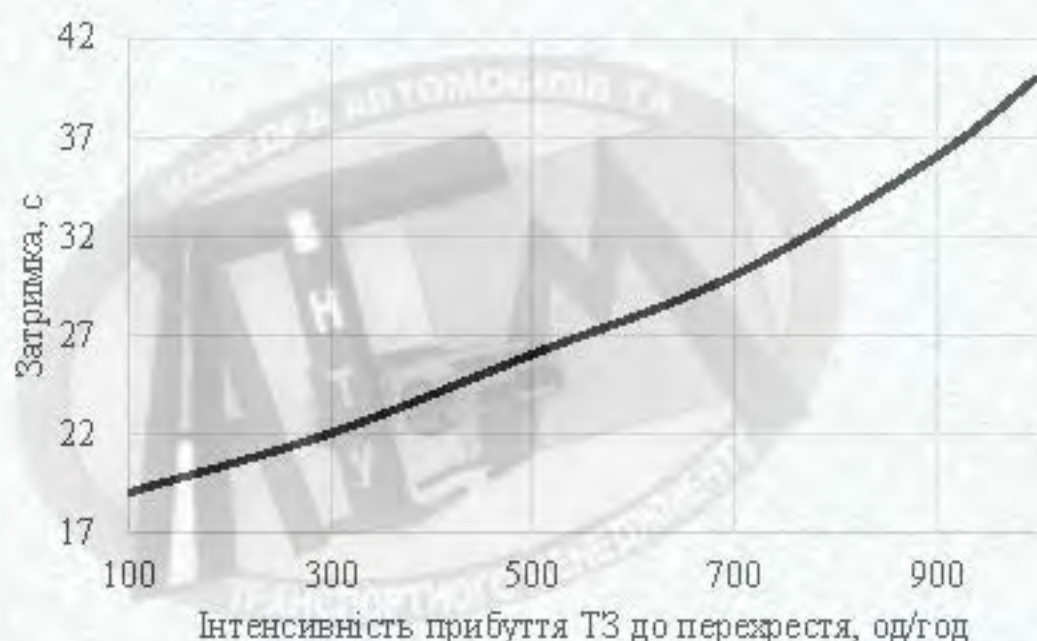


Рисунок 2.2 – Залежність величини затримки від інтенсивності прибуття транспортних засобів до перехрестя

З рис. 2.2 можна зробити висновок, що при збільшенні інтенсивності прибуття транспортних засобів з 150 до 1000 од/год спричиняє зростання затримки на 55%, при величині зеленого сигналу світлофора 60 с і червоного сигналу 30 с.

У роботі [26] наведено вплив кількості регульованих перехресть та відстані між ними на розподіл черги. Автори стверджують, що з кожним наступним перехрестям інтенсивність прибуття транспортних засобів до нього зменшується, але збільшується час проїзду через перехрестя.

Згідно з розділом 1, виникнення затримок на РП при наявності пріоритету для громадського транспорту залежить від способу надання цього пріоритету. Найпоширеніші види пріоритету – активний та пасивний, а також умовний та безумовний. За пасивного пріоритету затримки для громадського транспорту зменшуються, а для загального транспортного потоку вони незначні [27]. Щодо активного пріоритету, затримка на перехрестях з таким видом пріоритету є прямо пропорційною: зі збільшенням дозвільного сигналу для громадського транспорту зменшується затримка для нього і, навпаки, зростає для загального транспортного потоку (рис. 2.3). Оптимальним, з точки зору затримок як для загального транспортного потоку, так і для МГТ, є умовний пріоритет.

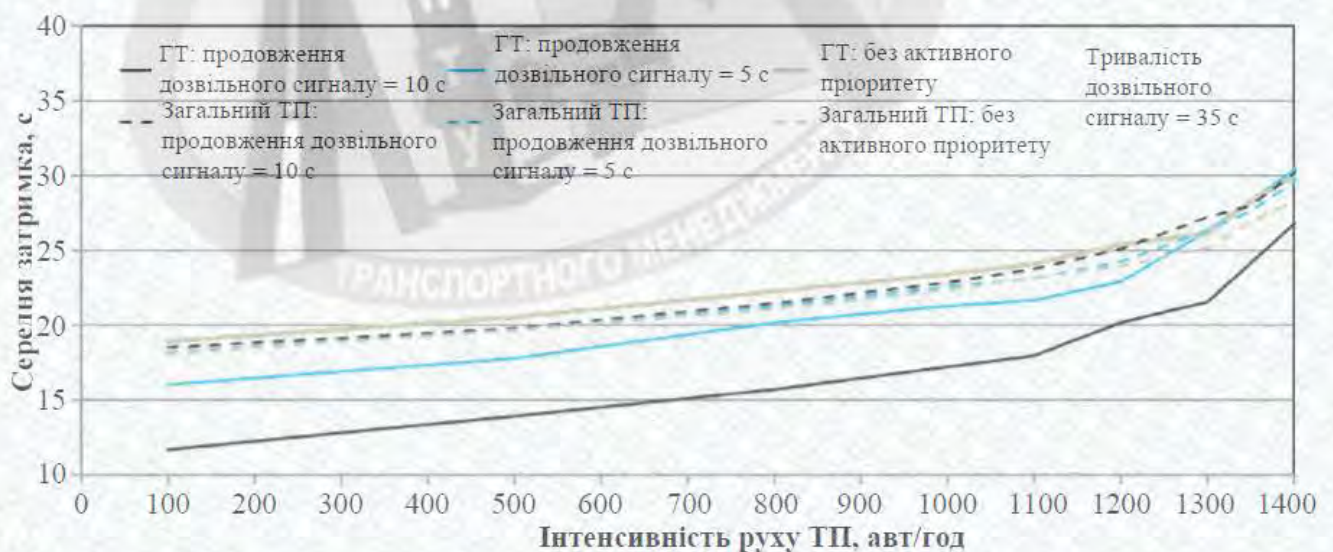


Рисунок 2.3 – Залежність тривалості затримки для громадського транспорту та загального транспортного потоку від тривалості дозвільного сигналу

Нерегульовані перехрестя. Можуть спричиняти затримки на другорядних напрямках та під час здійснення лівого повороту з головного, якщо відсутні перешкоди, що викликані пішоходами. Під час руху громадського транспорту магістральними вулицями для них такі затримки виникати не мають, вони стосуватимуться лише приватного транспорту. На рис. 2.4 наведено закономірність зміни пропускну здатності другорядного напрямку залежно від

інтенсивності руху транспортного потоку на головному напрямку, а також затримки, які виникають за різних значень пропускної здатності. Так, найбільша пропускна здатність другорядного напрямку спостерігається при здійсненні маневру лівого повороту з головного напрямку, найнижча – при здійсненні такого ж маневру з другорядного напрямку. Затримка збільшується на другорядному напрямку у випадку недостатньої пропускної здатності. Якщо ж пропускна здатність є високою, значення затримки не змінюється зі збільшенням інтенсивності руху транспортних засобів.

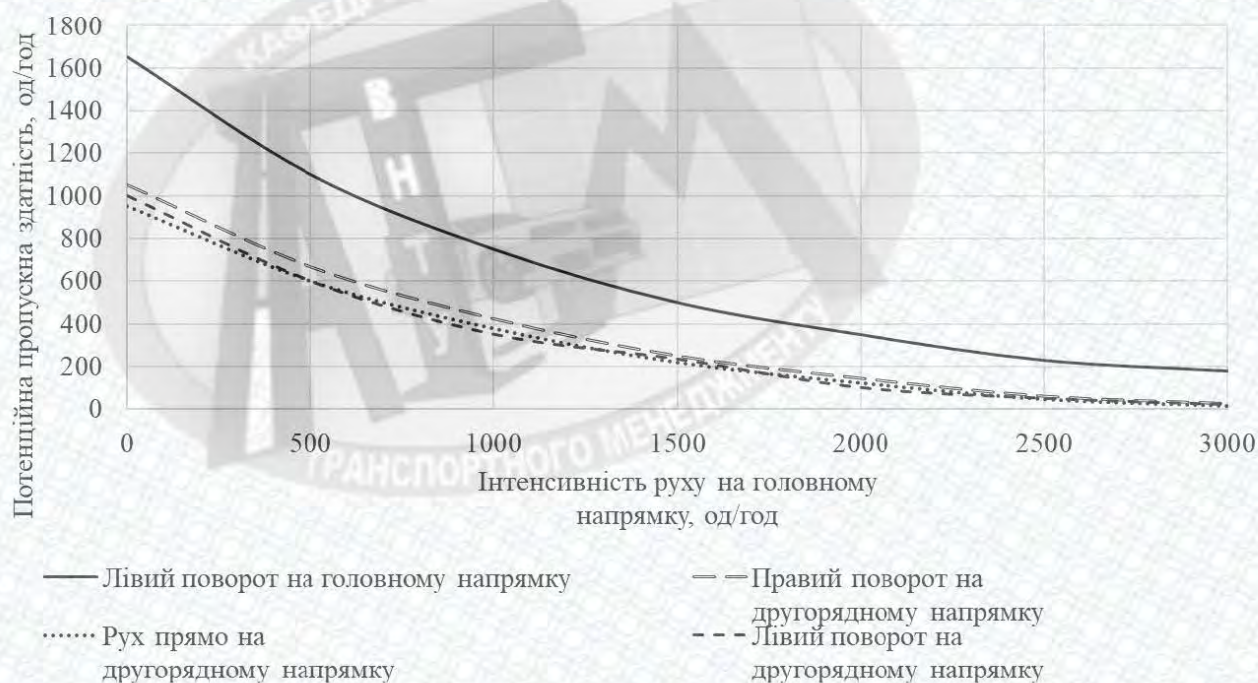


Рисунок 2.4 – Зміна пропускної здатності другорядних напрямків в залежності від інтенсивності руху на головному напрямку

Нерегульовані пішохідні переходи.

У роботі [28] проведено дослідження впливу нерегульованих ПП на транспортних засобів, зокрема на зниження швидкості у зоні їх дії. Було встановлено, що зона впливу ПП коливається від 90 до 350 метрів (на великій дистанції вплив виникає через утворення черг транспортних засобів під час їх

підїзду до нерегульованого ПП). На рис. 2.5 подано графік зміни швидкості руху транспортних засобів перед ПП.

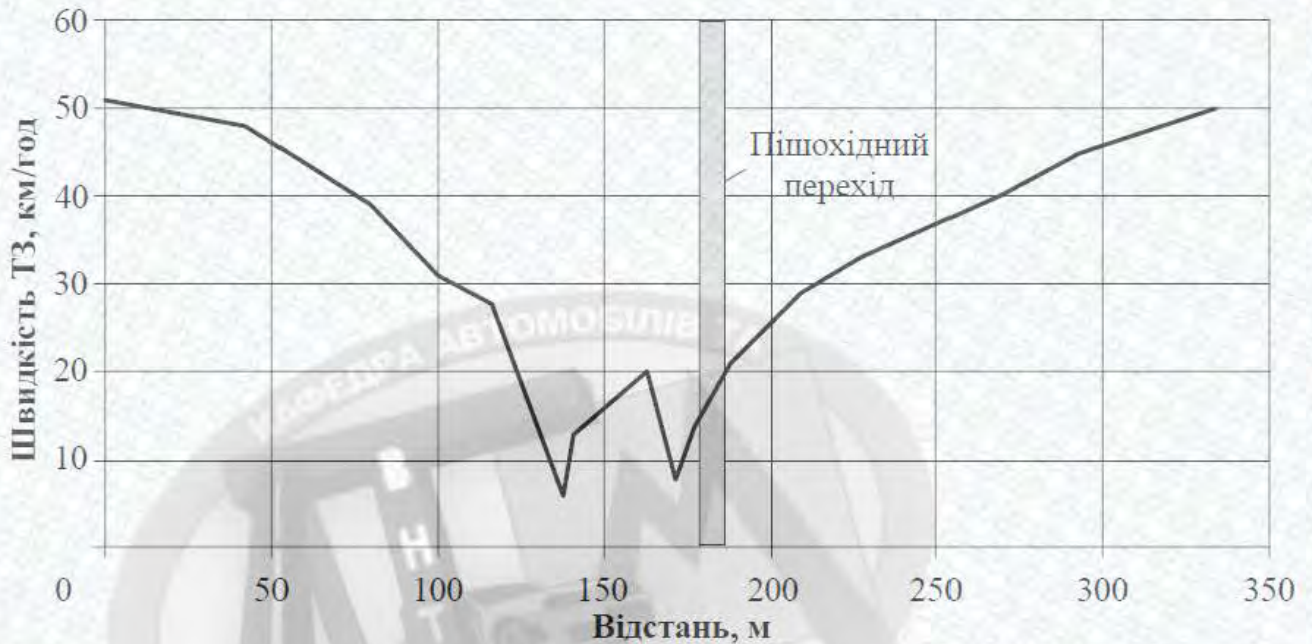


Рисунок 2.5 – Графік зміни швидкості руху транспортних засобів при наближенні до нерегульованого ПП

Отже, коли транспортні засоби наближається до ПП, його швидкість зменшується до 8–20 км/год в залежності від наявності пішоходів у зоні його дії, а після проїзду цієї зони – швидкість поступово зростає.

Зупинкові пункти ГТ. Інтенсивність руху ГТ у змішаному потоці суттєво впливає на затримки транспортних засобів загального ТПУ зоні дії ЗП, а час посадки-висадки пасажирів не має значного впливу при невеликих значеннях інтенсивності руху ГТ за умови наявності заїзних кишень. Цей час впливає лише на затримки самого ГТ при збільшенні його інтенсивності.

Отже, тривалість проїзду ділянки транспортної мережі залежить від часу проїзду всіх перелічених вище ділянок:

$$T = t_{\partial.n.} + t_{p.n.} + t_{p.n.n.} + t_{н.н.} + t_{н.н.н.} + t_{з.н.} \rightarrow \min, \quad (2.14)$$

де T – час, необхідний для проїзду магістральної вулиці;

$t_{o.n.}$ – час, необхідний для проїзду ділянок між перехрестями;

$t_{p.n.}$ – час, необхідний для проїзду РП;

$t_{p.n.n.}$ – час, необхідний для проїзду регульованих пішохідних переходів;

$t_{n.n.}$ – час, необхідний для проїзду нерегульованих перехресть;

$t_{n.n.n.}$ – час, необхідний для проїзду нерегульованих пішохідних переходів;

$t_{з.п.}$ – час, необхідний для проїзду ЗП ГТ.

Для визначення втрат часу для проїзду магістралі використаємо формулу:

$$B = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{N_{ij} \cdot L_i}{V_{ij}}, \quad (2.11)$$

де n – кількість інтервалів часу, взятих до уваги;

m – кількість ділянок на магістралі;

N_{ij} – інтенсивність руху транспортного потоку на ділянці i у період часу j , авт/год;

L_i – довжина i -ї ділянки, км;

V_{ij} – середня швидкість руху на смугах руху ділянки i за період часу j , км/год.

2.3 Класифікація ділянок магістральної транспортної мережі міст

Результати теоретичних досліджень вказують на те, що найбільші відмінності у русі ТП спостерігаються на магістральній ТМ. У містах з радіальною та радіально-кільцевою конфігурацією ВДМ виявлено високий рівень транзитності та неоднорідності ТП, зміну щільності наближення до центру міста, різні геометричні та планувальні параметри, які ускладнюють

управління потоками УДР в зоні дії перехресть. У зв'язку з цим, виявляється доцільним виділення типових ділянок ВДМ, які відрізняються за планувальними особливостями (кількість смуг руху та щільність ВДМ); якістю транспортного руху, вираженою через рівень зручності; показниками транспортного потоку (інтенсивність та швидкість руху); показниками руху громадського транспорту (інтенсивність руху та швидкість сполучення), а також їхнім розміщенням відносно центральної частини міста.

Аналіз наукових публікацій підтверджує, що саме ці фактори мають найбільший вплив на закономірності ТП, формують його особливості та характер змін у часі і просторі, а також впливають на втрати часу при переміщенні людей. Крім того, всі вони мають чітке числове вираження. На практиці іноді складно визначити межі типових ділянок, оскільки не всі значення параметрів чітко змінюються одночасно, проте можна досить точно вказати ділянки, де спостерігається перехід від одних особливостей до інших. Встановлення меж таких типових ділянок є важливим для подальшого покращення ефективності управління транспортними потоками у містах. Застосування одних і тих же методів управління транспортними потоками на різних ділянках ВДМ часто призводить до різних результатів. Крім того, необхідно приділяти увагу конфігурації ВДМ та особливостям прокладання ТМ, які для кожного міста є різними і потребують застосування специфічних умов під час управління транспортними потоками.

Виходячи із такого аналізу чинників, виділено 10 таких типових ділянок, характеристики яких наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика типових ділянок

Типова ділянка	Планувальні особливості магістральних вулиць	Якісний стан ТП						Характеристика руху ТП		Характеристика руху ГТ			
		Міжпіковий період			Піковий період			Міжпіковий період	Піковий період	Характеристика руху ГТ			
		Коефіцієнт завантаження	Відношення швидкості руху до максимальної швидкості	Відношення щільності ТП до максимальної	Коефіцієнт завантаження	Відношення швидкості руху до максимальної швидкості	Відношення щільності ТП до максимальної щільності	Інтенсивність, авт./год на смугу руху	ІІІ швидкість, км/год	Інтенсивність, авт./год на смугу руху	ІІІ швидкість, км/год	Інтенсивність, авт./год	ІІІ швидкість, км/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху з 3х3 смугами руху та наявною розділовою смугою; незначна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів	<0,2	>0,9	<0,1	0,2–0,25	0,85–0,9	0,1–0,15	300	55–60	450	40–50	50	25–30
	Магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху з 3х3 смугами руху без розділової смуги; з 2х2 смугами руху та наявною розділовою смугою; незначна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів	0,2–0,25	0,85–0,9	0,1–0,15	0,4–0,5	0,65–0,8	0,25–0,35	450	40–55	520	30–40	50	25–30

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	Магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху з 3х3 смугами руху, одна з яких призначена для руху ГТ та наявною розділовою смугою; незначна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів	0,2–0,25	0,85–0,9	0,1–0,15	0,4–0,5	0,65–0,8	0,25–0,35	450	40–55	520	30–40	50	25–30
3	Магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху з 3х3 або 2х2 смугами руху, одна з яких призначена для руху ГТ; значна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів	0,4–0,5	0,65–0,75	0,25–0,35	0,65–0,75	0,45–0,5	0,5–0,7	300	30–35	470	25–30	110	20–25
4	Магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху з 2х2 смугами руху без розділової смуги; магістральна вулиця районного значення з 2х2 смугами руху; незначна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів;	0,35–0,45	0,7–0,8	0,25–0,3	0,6–0,7	0,5–0,6	0,5–0,7	300	35–40	470	25–30	95	20–25
5	Магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху з 2х2 смугами руху, одна з яких призначена для руху ГТ; магістральна вулиця районного значення з 2х2 смугами руху, одна з яких призначена для руху ГТ; незначна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів;	0,4–0,5	0,65–0,75	0,25–0,35	0,65–0,75	0,45–0,5	0,5–0,7	400	30–35	470	25–30	95	20–25

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	Магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху з 2х2 смугами руху без розділової смуги; магістральна вулиця районного значення з 2х2 смугами руху; значна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів;	0,4– 0,5	0,65– 0,75	0,25– 0,35	0,65– 0,75	0,45– 0,5	0,5– 0,7	300	30– 35	470	20– 25	110	15– 20
7	Магістральна вулиця районного значення з 2х2 смугами руху, одна з яких призначена для руху ГТ; значна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів; наявні нерегульовані пішохідні переходи та місця виїзду значної кількості транспорту з прилеглих територій	0,4– 0,5	0,65– 0,75	0,25– 0,35	0,8– 0,9	0,4– 0,45	0,8– 0,9	400	25– 30	350	15– 20	110	10– 15
8	Магістральна вулиця районного значення з 1х1 смугами руху, незначна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів	0,4– 0,5	0,65– 0,75	0,25– 0,35	0,65– 0,75	0,45– 0,5	0,5– 0,7	300	25– 30	350	15– 25	95	15– 25
9	Магістральна вулиця районного значення з 1х1 смугами руху, значна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів; наявні нерегульовані пішохідні переходи	0,6– 0,7	0,55– 0,6	0,5– 0,6	0,1	0,0,4	1,0	300	25– 30	350	0– 20	120	0– 20
10	Магістральна вулиця районного значення з 1х1 смугами руху, один з напрямків призначений для руху ГТ; значна кількість регульованих перехресть та пішохідних переходів; наявні нерегульовані пішохідні переходи	0,6– 0,7	0,55– 0,6	0,5– 0,6	0,1	0,0,4	1,0	300	25– 30	350	0– 20	120	0– 20

Диференціація ділянок транспортної мережі за певними ознаками дозволяє застосовувати різноманітний набір методів ефективного управління рухом з кінцевою метою зменшення загальних витрат часу на переміщення як приватними транспортних засобів, так і громадським транспортом.

2.4 Висновки з розділу 2

1. В результаті проведеного аналізу встановлено, що для ефективного функціонування транспортної мережі потрібно визначити місця потенційного утворення затримок.
2. Основними чинниками, які спричиняють затримки руху транспортних засобів на регульованих перехрестях та пішохідних переходах є інтенсивність руху транспортних потоків, параметри світлофорного циклу та геометричними характеристиками перехрестя.
3. На утворення затримок у зоні дії зупинок громадського транспорту впливає інтенсивність руху загального транспортного потоку та громадського транспорту та тривалість технологічної затримки під час посадки-висадки пасажирів.
4. Тривалість проїзду ділянки транспортної мережі залежить від сумарної тривалості проїзду всіх її «критичних ділянок», інтенсивності руху транспортної мережі та середньої швидкості руху транспортних засобів на смугах. Виділено 10 типових ділянок, виходячи із планувальних особливостей транспортної мережі, рівня зручності руху та показників загального транспортного потоку.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРИМОК В РУСІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В М. ВІННИЦЯ

3.1 Загальна характеристика транспортної мережі м. Вінниця

У Вінниці головним перевізником є комунальне підприємство "Вінницька транспортна компанія", відоме своєю високою якістю послуг у сфері громадського транспорту. КП "Вінницька транспортна компанія" забезпечує пасажирські перевезення тролейбусами, трамваями та муніципальними автобусами. У Вінниці тролейбуси відіграють ключову роль у громадському транспорті, охоплюючи майже всю територію міста, за винятком районів з приватною забудовою. На 2024 рік у місті діє 21 тролейбусний маршрут (таб.3.1, рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Тролейбусні маршрути м. Вінниці

Таблиця 3.1 – Перелік тролейбусних маршрутів м. Вінниці

№ маршруту	Кінцевий пункт 1	Кінцевий пункт 2
1	Лугова	ВПЗ
2	Водоканал	Вул. Гетьмана Мазепи
3	Вишенька	ВПЗ
4	Лугова	Вишенька
5	Вишенька	Залізничний вокзал
6	Водоканал	Залізничний вокзал
7	Залізничний вокзал	Вінниччина-Авто
9	Князів Кориатовичів	Водоканал
10	Вул. Гетьмана Мазепи	Вишенька
11	Залізничний вокзал	Князів Кориатовичів
12	Аграрний університет	Вул. Гетьмана Мазепи
13	Аграрний університет	Водоканал
14	Аграрний університет	Залізничний вокзал
15	Муніципальний ринок	Вишенька
16	Вишенька	Муніципальний ринок - ВПЗ
17	Залізничний вокзал	'Академічний'
18	Залізничний вокзал	Вул. Юзвинська - Вишенька
19	Гніванське шосе	Немирівське шосе
20	Хутір Шевченка	Вишенька
21	Залізничний вокзал	ВПЗ

У місті Вінниці діє шість маршрутів трамваїв. Зважаючи на те, що трамвайні колії переважно відокремлені від доріг, середня швидкість трамваїв зазвичай трохи вища, ніж у тролейбусів та автобусів. Основна трамвайна розв'язка знаходиться на площі Гагаріна, а депо розташоване на вулиці Хмельницьке шосе, 29. Станом на 2024 рік у місті діють наступні маршрути трамваїв (таб.3.2, рис. 3.2).

Таблиця 3.2 – Перелік трамвайних маршрутів м. Вінниці

№ маршруту	Кінцевий пункт 1	Кінцевий пункт 2
1	Електромережа	Залізничний вокзал
2	Барське шосе	Вишенька
3	Вишенька	Ел. мережа
4	Барське шосе	Залізничний вокзал
5	Барське шосе	Ел. мережа
6	Вишенька	Залізничний вокзал



Рисунок 3.2 - Трамвайні маршрути м. Вінниці

Станом на 2024р. у місті муніципальними автобусами відбувається обслуговування автобусних маршрутів (таб.3.3, рис. 3.3).

Таблиця 3.3 – Перелік автобусних маршрутів м. Вінниці

№ маршруту	Кінцевий пункт 1	Кінцевий пункт 2
1	2	3
1	Залізничний вокзал	Педколедж
2	Вул. Сергія Зулінського	Площа Шкільна

Продовження табл. 3.3

4	Вул. Лугова	Барське шосе
5	Вул. Леоніда Каденюка	П'ятничани
6	Олієжиркомбінат	Площа Перемоги
7	Пирогово	Вул. Якова Шепеля
8	Залізничний вокзал	Вул. Бучми (ліс)
11	Сабарів	Вул. Ботанічна
14	Залізничний вокзал	Дитячий санаторій
16	Водоканал	Барське шосе - Аграрний університет
19	Вишенька	Вінницькі Хутори
20	Хутір Шевченка	Водоканал
21	Барське шосе	Педколедж
22	Мікрорайон 'Академічний'	Залізничний вокзал
24	Вишенька	Вул. Бучми (ліс)
27	Залізничний вокзал	Тиврівське шосе
30	Дитячий санаторій	смт. Десна
32	Сабарів	Залізничний вокзал

Також у місті Вінниця функціонують такі маршрути маршрутних таксі (табл. 3.4, рис. 3.4):

Таблиця 3.4 – Перелік маршрутів маршрутних таксі м. Вінниці

№ маршруту	Кінцевий пункт 1	Кінцевий пункт 2
1	2	3
1А	Педучилище	пл. Перемоги
2А	вул. Якова Шепеля	пл. Перемоги
2Б	смт. Десна	Пл. Шкільна
3А	вул. Північна	пров. 1-й Київський
3Б	Пл. Наливайка	Тяжилів (Вінниччина-Авто)

Продовження табл. 3.4

5A	м/н П'ятничани	с. Шкуринці
7A	вул. Якова Шепеля	ринок "Урожай"
8A	с. Вінницькі Хутори	МПМ «Зоря»
8Б	вул. Бучми	вул. Ольги Кобилянської
9A	Хутір Шевченка	Залізничний вокзал
10A	с. Агрономічне	вул. Ботанічна
11Б	Барське шосе	вул. Ботанічна
12A	Барське шосе	Сабарів
13A	Барське шосе	вул. Князів Коріатовичів
14A	Дім відпочинку	пл. Перемоги
16A	Водоканал	Медмістечко
17A	вул. Лугова	ТЦ "МЕТРО"
17Б	вул. Лугова	ш. Барське
18A	Барське шосе	Аграрний університет
20A	вул. С. Зулінського	Тяжилів
21A	Педучилище	ринок "Урожай"
22A	Лікарня ім. Академіка Юценка	Муніципальний ринок
23A	вул. А. Первозванного	Муніципальний ринок
25H	м/н Вишенька	Залізничний вокзал
29A	м/н Пирогове	вул. Чехова
31A	вул. Ботанічна	Залізничний вокзал
32A	Залізничний вокзал	м/н Сабарів

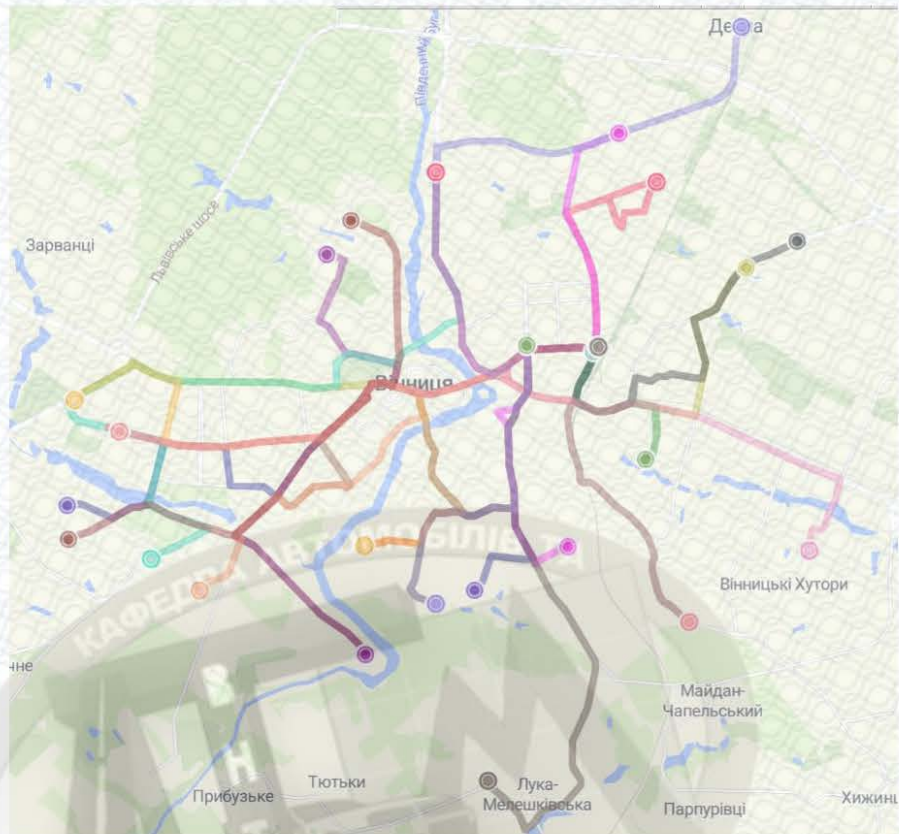


Рисунок 3.3 - Автобусні маршрути м. Вінниці

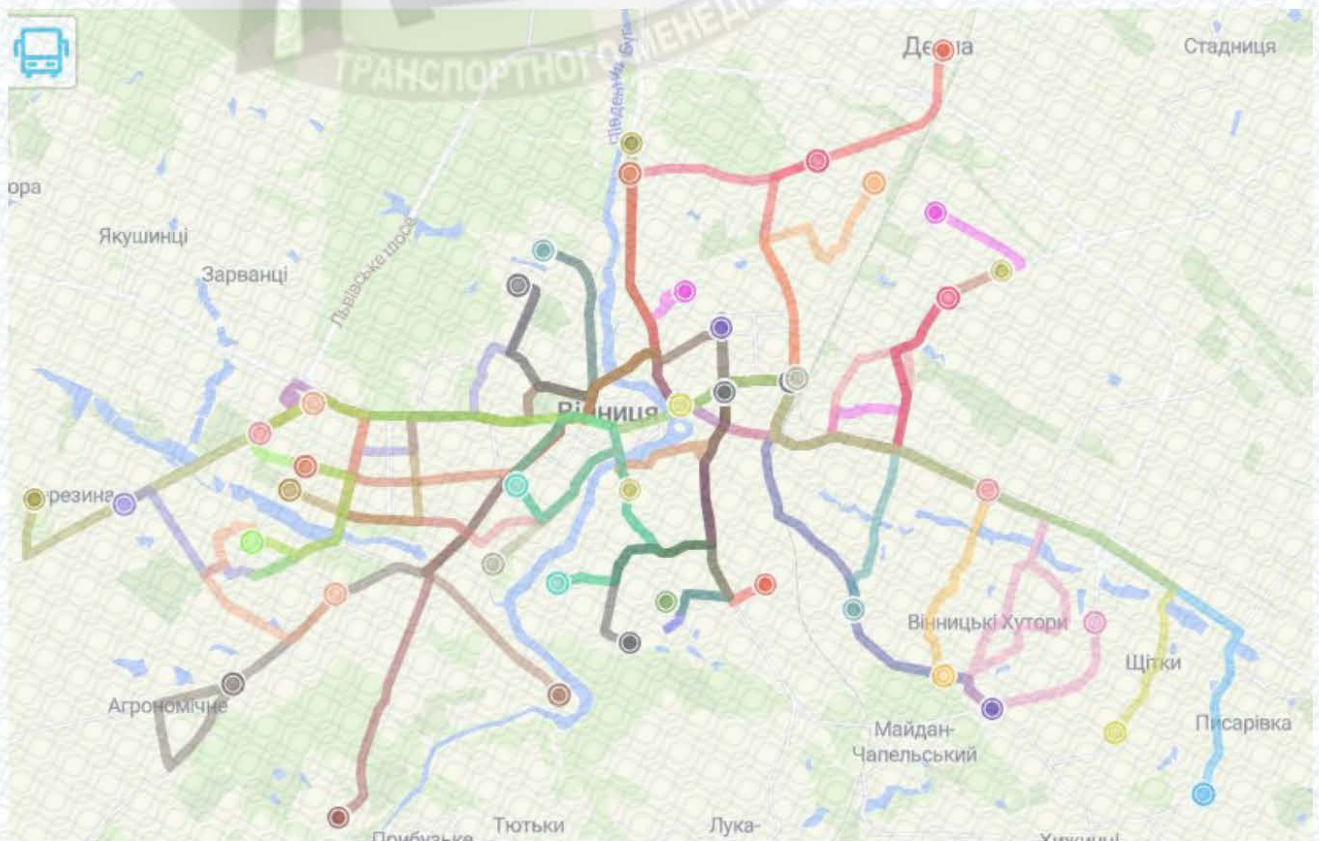


Рисунок 3.4 –Маршрути маршрутних таксі м. Вінниці

Отже, маршрутна мережа м. Вінниця складається з 65 маршрутів, 22,7% з яких – тролейбусні, 9,1% - трамвайні, 27,3% - автобусні та 40,9% - маршрути маршрутного таксі. Переважна більшість проходять через центральну частину міста. Маршрути які сполучають район «Вишенька», «ел. мережа», «Пирогово» та частину передмістя з центральною частиною міста проходять через ринок «Урожай», що спричиняє значне перевантаження цієї ділянки. Тому на відрізку дороги між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай» та «Лікарня ім. Пирогова» в час пік виникають затори. Це спричиняє значній затримці руху громадського транспорту. Тому доцільно розглянути можливість виділення окремої смуги для руху громадського транспорту на цій ділянці дороги.

3.2 Дослідження затримок транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста

Основними причинами впливу на затримки в русі транспортного потоку є склад та інтенсивність його руху, щільність вулично-дорожньої мережі та транспортної мережі, спосіб регулювання руху. Одним з важливих завдань є встановлення часу, який потрібно на переміщення в межах міста або його окремих районів, що відомо як просторові затримки. Це важливо, оскільки вирішення проблеми на одній ділянці не завжди означає, що проблема вирішена в інших частинах міста. Основний рух у місті відбувається по магістральних вулицях, які характеризуються нерівномірністю руху протягом доби, різноманітністю транспортних засобів та різним плануванням вулиць і транспортних районів. Конфігурація магістральних вулиць визначає планувальні характеристики міста і дозволяє їх класифікувати в окремі групи.

Ураховуючи різноманіття транспортних потоків на головних вулицях, особливо значну кількість транспорту загального користування, важливим завданням є підвищення продуктивності таких транспортних потоків шляхом

скорочення загального часу переміщення. Під загальним часом переміщення розуміється не лише зменшення затримок кожного окремого транспортного засобу, але й часу, який користувач проводить в цих умовах. Найбільш важливим показником при оцінці рівня затрат часу в різних зонах є швидкість руху. Саме ця величина та зміна її характеру допомагають виявити проблемні ділянки і розробити оптимальні рішення для їх вирішення.

Вулиці розглядаються в залежності від їх розташування у місті (відносно центру), геометричних особливостей та умов руху транспортних засобів. На цих вулицях курсують громадські транспортні маршрути, а на деяких з них буде проведено подальший аналіз зміни швидкості руху. До основних характеристик відносяться середня відстань між перехрестями (з урахуванням пішохідних переходів), яка відображає місцеві фактори впливу на швидкість руху, а також густота транспортного та пішохідного руху, що відображає просторові особливості.

Вплив факторів транспортного потоку відображається через рівень зручності руху, який визначається за рівнем завантаження та коефіцієнтами швидкості при насиченні рухом.

Методики визначення просторової затримки транспортних потоків

Для всіх транспортних засобів у потоках, які рухаються транспортною мережею, просторова затримка визначається порівнянням часу, витраченого на переміщення в періоди найбільш інтенсивного руху, і часу, витраченого в періоди вільного руху, коли умови придатні для руху на рівні зручності А. Одним із факторів, що впливає на зміну часу переміщення, є швидкість руху. Єдиним елементом транспортного потоку, швидкість якого залежить не тільки від дорожніх умов, є громадський транспорт, рух якого контролюється за певним графіком. Розглянемо складові затримок для громадського транспорту та транспортних засобів загального транспортного потоку. Складові затрат часу для громадського транспорту описуються рівнянням:

$$t_{MT} = t_f + t_n + t_{zn}, \quad (3.1)$$

де t_{MT} – тривалість проїзду громадського транспорту між зупиночними пунктами, год.;

t_i – тривалість проїзду громадським транспортом ділянок між перехрестями, год.;

t_n – тривалість проїзду громадським транспортом перехресть, год.;

t_{zn} – тривалість простою громадським транспортом на зупиночних пунктах, год.

Для громадського транспорту тривалість сполучення (T) становитиме:

$$T = \sum t_{MT} . \quad (3.2)$$

При русі громадського транспорту в межах загальної структури транспортного потоку витрати часу розглядаються як для всього потоку. У такій ситуації важливо оцінити час переміщення не лише одного транспортного засобу, а одного користувача громадського транспорту та/або транспортного засобу.

Для визначення складової t_{zn} для громадського транспорту можна провести експериментальні дослідження на зупинках громадського транспорту.

Враховуючи відомі значення t_{MT} , отримані з аналізу даних GPS-трекерів, досліджувані значення часу простою на зупинках t_{zn} та тривалість поїздки між перехрестями, визначені за результатами аналізу зміни середніх швидкостей на ділянках між стоп-лініями у загальному транспортному потоці, можна встановити часові затрати на проїзд громадського транспорту через перехрестя t_n .

Для загального транспортного потоку просторова затримка руху визначається через зниження середньої швидкості руху на ділянках та

збільшення часу простою перед стоп-лініями, оскільки зі зростанням інтенсивності руху збільшуються черги. На ділянках зміна часу проїзду буде визначатися:

$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{S}{\Delta v} \quad (3.3)$$

де S – довжина прогону, км;

Δv – середня швидкість транспортних потоків на прогоні, км/год.

Зміна часу проїзду перед перехрестями та пішохідними переходами визначається показником $t_{\text{черг}}$, що враховує час роз'їзду черги на стоп-лінії.

Загальна зміна витрати часу транспортним потоком визначатиметься:

$$T = \Delta t_{\text{пр}} + t_{\text{черг}} \quad (3.4)$$

За умови руху громадського транспорту у загальній структурі транспортного потоку част $t_{\text{пр}}$ буде відповідати рівності (3.4).

У випадку, коли громадський транспорт рухається в межах загальної структури транспортного потоку, можна стверджувати, що середнє значення простою для всіх транспортних засобів у транспортному потоці, що рухаються в одному напрямку, є приблизно однаковим, враховуючи випадковість прибуття до перехрестя на тривалий період часу. Загалом це значення можна встановити на основі результатів експериментальних досліджень, теоретичних розрахунків або імітаційного моделювання за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, такого як PTV VISSIM. Цей показник є змінним і залежить від інтенсивності руху і частки дозвільного сигналу (t_0) у циклі регулювання (T_4), яку зазвичай позначають показником λ ($\lambda = t_0/T_4$). Зазвичай на головних

магістральних транспортних мережах з метою досягнення високої пропускної здатності прямому транспортному потоку надається основний пріоритет у системах світлофорного регулювання рухом.

Для визначення складової просторової затримки Δt_{sp} для загального транспортного потоку проводилися експериментальні дослідження з використанням відеофіксації, тоді як для транспортних засобів громадського транспорту використовувалися дані, отримані з GPS-трекерів. Ці дані містили результати фіксації прибуття кожного транспортного засобу на кожну зупинку, вказуючи плановий та фактичний час прибуття, а також час відставання або випередження відносно встановленого графіка руху.

Також важливо порівняти час, необхідний для проїзду перехрестя транспортним складом громадського транспорту за умови руху по відокремленій смузі. Для одного й того ж маршруту значення часу від прибуття до відправлення можна визначити або експериментально, або розрахувавши технічну швидкість руху транспортного складу на ділянках без урахування просторової затримки.

Після цього необхідно порівняти швидкості руху на типових ділянках магістральних транспортних мереж для громадського транспорту та для транспортних засобів загального транспортного потоку. Для визначення пріоритету на кожній типовій ділянці можна врахувати різницю в швидкості руху між громадським транспортом та транспортними засобами загального транспортного потоку.

Дослідження швидкості сполучення автобусами на ділянках транспортної мережі.

Однією з ключових характеристик ефективності громадського транспорту є швидкість сполучення. Як вказано у дослідженні, цей показник фактично визначається швидкістю переміщення пасажирів по магістральних мережах транспортних маршрутів та враховує час, що витрачається на переміщення між

зупинками та час очікування на них. У цьому дослідженні швидкість зв'язку громадського транспорту була виміряна за допомогою GPS-трекерів.

Важливо відзначити, що для громадського транспорту ця технологія є надзвичайно важливою, оскільки інформація про точне місцезнаходження транспортних засобів на маршруті, зібрана за допомогою GPS-трекерів, встановлених у салоні, може бути використана для інформування пасажирів про час прибуття громадського транспорту на зупинку. Крім того, цю інформацію можуть використовувати диспетчери для поточного моніторингу ситуації на маршруті, включаючи швидкість руху транспортних засобів, рівень палива та відповідність графіку руху. Програмне забезпечення системи GPS створює контрольні зони на векторній карті, і якщо транспортний засіб потрапляє в ці зони, сигнал передається у диспетчерський пункт.

Дані отримані за допомогою GPS-трекерів про рух муніципального автобуса Богдан А70.132 з держ. номером АВ 0533 АА за маршрутом №7 (рис. 3.5) м. Вінниці, 6 травня 2024 року наведено в додатку В та результати руху по вул. Пирогова в межах ринку «Урожай» в табл. 3.5.



Рисунок 3.5 – Схема автобусного маршруту 7

Таблиця 3.5 – Дані про рух муніципального автобуса за маршрутом №7 м. Вінниці

Час	Швидкість, км/год	Координати	Місцезнаходження
9:57:12	15	49.217835, 28.4372566	вул. Пирогова, 120
9:57:13	15	49.2178366, 28.4373166	вул. Пирогова, 120
9:57:14	16	49.217845, 28.4373783	вул. Пирогова, 120
9:57:15	17	49.2178633, 28.4374383	вул. Пирогова, 120
9:57:16	18	49.2178883, 28.43749	вул. Пирогова
9:57:22	21	49.2181233, 28.4377833	вул. Пирогова
9:57:28	9	49.2183716, 28.438015	вул. Пирогова, 105
9:57:51	19	49.2185333, 28.4381249	вул. Пирогова
9:57:56	31	49.2188116, 28.4384	вул. Пирогова, 110
9:58:07	37	49.2196116, 28.4392966	вул. Пирогова, 102
9:58:17	27	49.2202733, 28.44004	вул. Пирогова, 96
9:58:26	17	49.2206433, 28.4404633	вул. Пирогова, 92/2
9:58:31	3	49.2207633, 28.4406016	вул. Пирогова, 92/2
9:58:44	11	49.220805, 28.4406666	вул. Пирогова, 90
9:58:45	15	49.220835, 28.4407	вул. Пирогова, 90
9:58:50	25	49.2210566, 28.4409383	вул. Пирогова, 88
9:59:04	31	49.2218383, 28.441805	вул. Пирогова, 82
9:59:16	27	49.2226133, 28.4426366	вул. Пирогова
9:59:29	16	49.2232416, 28.4432499	вул. Пирогова, 76
9:59:31	11	49.2233133, 28.4432866	вул. Пирогова, 76
9:59:34	0	49.2233866, 28.44326	вул. Пирогова, 76
9:59:47	7	49.2234566, 28.4432183	вул. Пирогова, 76
9:59:48	9	49.2234849, 28.44323	вул. Пирогова, 76
9:59:51	19	49.2235933, 28.443305	вул. Пирогова, 74
9:59:59	29	49.2239633, 28.4438616	вул. Пирогова, 74
10:00:12	23	49.2246766, 28.4448133	вул. Пирогова
10:00:18	13	49.2248616, 28.4451066	вул. Пирогова, 68
10:00:23	24	49.2250183, 28.4453566	вул. Пирогова, 66
10:00:34	14	49.2254849, 28.4461366	вул. Пирогова
10:00:39	1	49.22557, 28.4462766	вул. Пирогова, 62
10:01:09	0	49.2255883, 28.4462916	вул. Пирогова, 62
10:01:33	0	49.2255883, 28.4462916	вул. Пирогова, 62
10:01:54	13	49.2256433, 28.44634	вул. Пирогова

Продовження таблиці 3.5

10:01:55	17	49.2256983, 28.4464233	вул. Пирогова
10:02:02	15	49.2259216, 28.4467916	вул. Пирогова
10:02:14	21	49.2262266, 28.4473966	вул. Пирогова
10:02:31	16	49.2268216, 28.4484433	вул. Пирогова, 47а
10:02:36	6	49.22692, 28.448635	вул. Пирогова, 47
10:02:51	6	49.2269566, 28.4486966	вул. Пирогова, 47
10:02:56	7	49.2270233, 28.44879	вул. Пирогова, 45
10:03:22	18	49.2272566, 28.4491966	вул. Пирогова, 45
10:03:34	29	49.2277566, 28.4500116	вул. Пирогова
10:03:46	31	49.2283533, 28.451105	вул. Пирогова
10:03:58	27	49.2289549, 28.4521566	вул. Пирогова
10:04:03	17	49.2291383, 28.4524899	вул. Пирогова
10:04:07	7	49.2292066, 28.4526183	вул. Пирогова
10:04:37	0	49.2292183, 28.45265	вул. Пирогова
10:04:51	10	49.2292433, 28.4527016	вул. Пирогова
10:04:56	20	49.2293766, 28.4529399	вул. Пирогова
10:05:05	10	49.22962, 28.4533899	вул. Пирогова, 27
10:05:06	7	49.2296333, 28.4534133	вул. Пирогова, 27
10:05:36	0	49.2297716, 28.45359	вул. Пирогова, 27
10:05:50	11	49.2298149, 28.4536483	вул. Пирогова, 27
10:05:53	21	49.2299049, 28.4537766	вул. Пирогова
10:05:58	32	49.2301266, 28.4541683	вул. Пирогова, 23
10:06:09	30	49.2307299, 28.4552666	вул. Пирогова
10:06:22	18	49.2313733, 28.45629	вул. Валентина Отамановського
10:06:25	12	49.2314233, 28.4563616	вул. Пирогова
10:06:31	0	49.23151, 28.45654	вул. Пирогова
10:06:35	6	49.231505, 28.45661	вул. Пирогова
10:06:36	9	49.23151, 28.456645	вул. Пирогова
10:06:52	6	49.2315483, 28.4567249	вул. Пирогова, 9
10:07:01	13	49.2316299, 28.456825	вул. Пирогова, 9
10:07:05	23	49.2317649, 28.4570566	вул. Пирогова, 9
10:07:09	25	49.231945, 28.457345	вул. Пирогова
10:07:13	15	49.2320916, 28.4576	вул. Пирогова, 7
10:07:14	15	49.23213, 28.4576283	вул. Пирогова, 7
10:07:15	14	49.23217, 28.4576416	вул. Пирогова, 7

Продовження таблиці 3.5

10:07:16	14	49.2321983, 28.4576483	вул. Пирогова, 7
10:07:18	16	49.2322883, 28.4576266	вул. Пирогова, 7
10:07:23	14	49.23251, 28.4575033	вул. Пирогова
10:07:30	4	49.2326983, 28.4572466	вул. Пирогова
10:07:33	8	49.2327416, 28.4572266	вул. Пирогова
10:07:34	13	49.23277, 28.4572333	вул. Пирогова
10:07:37	23	49.2329, 28.4573333	вул. Пирогова
10:07:49	32	49.2337033, 28.458135	вул. Пирогова

На основі даних з таблиці 3.5, побудовано графіки зміни швидкості руху муніципальним автобусом за маршрутом 7 «вул. Якова Шепеля - церква – усипальниця М. І. Пирогова» в прямому та зворотному напрямках (рис 3.6 та 3.7). Було проаналізовані дані березень, квітень та травень та встановлено, що тенденція наведена на графіках відповідає дійсності.

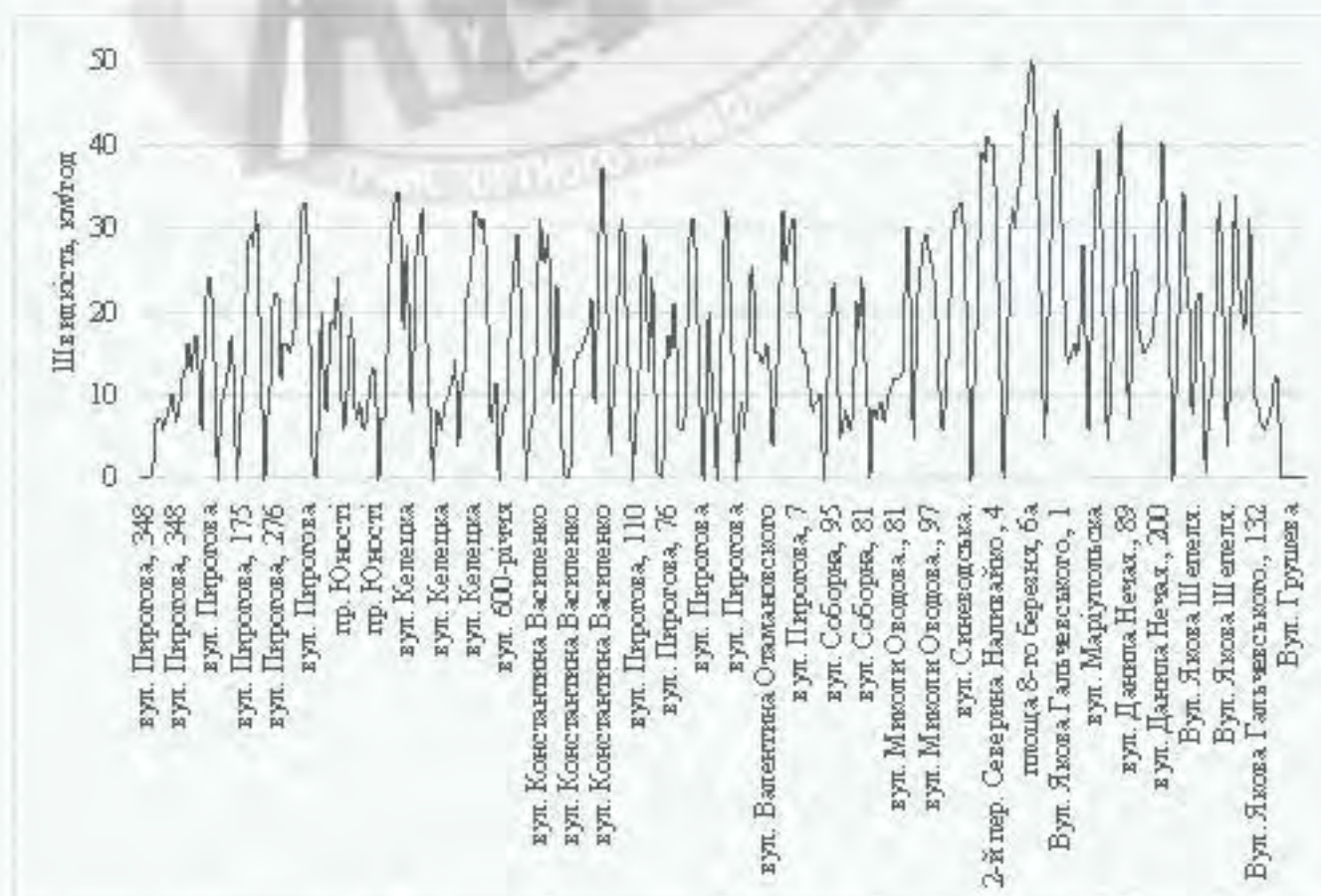


Рисунок 3.6 –Швидкість руху муніципального автобуса
за маршрутом 7 в прямому напрямку

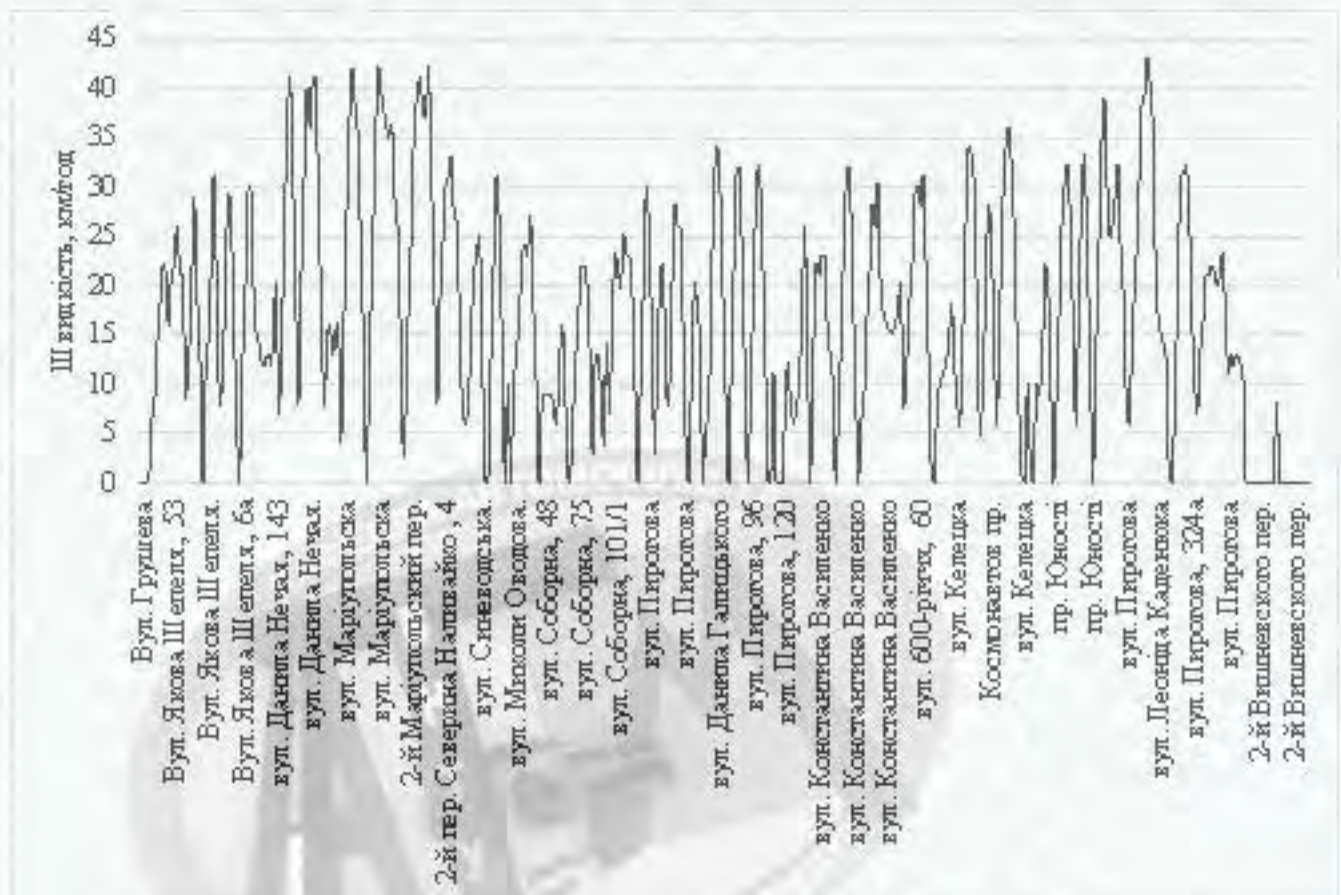


Рисунок 3.7 – Швидкість руху муніципального автобуса
за маршрутом 7 в зворотному напрямку

Зі збільшенням інтенсивності руху транспортних засобів по вулиці Пирогова, в час пік, пропускної спроможності перехрестя вулиць Пирогова та Маяковського недостатньо. Тому накопичується черга автомобілів, яка не може роз'їхатись за час одного циклу світлофора, відбувається наростання черги. Тому тут виникають затори, що спричиняє значній затримці руху транспорту. З аналізу статистичних даних GPS-трекерів встановлено, що на ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай» та «Лікарня ім. Пирогова» (рис. 3.8) в часи пік значно зростає тривалість руху громадського транспорту. Тому було запропоновано на цій ділянці виділити окрему смугу для руху громадського транспорту (рис. 3.9), оскільки ширина проїзної частини (3 смуги) дозволяють це зробити, а пропускної здатності двох смуг, які залишилися, достатньо.

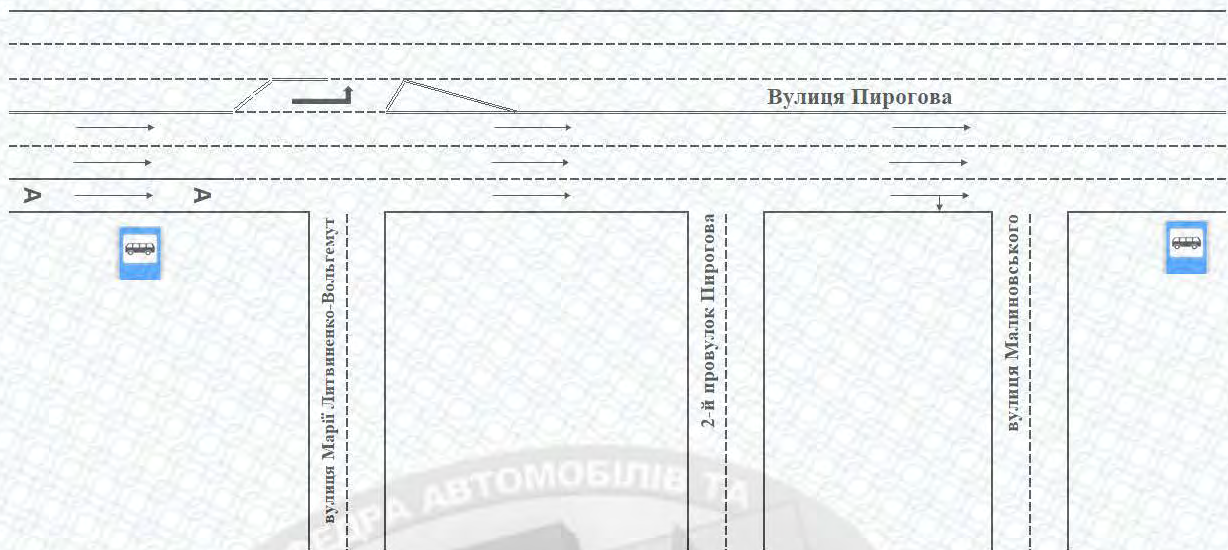


Рисунок 3.8 – Організація дорожнього руху по вул. Пирогова
на сьогоднішній день

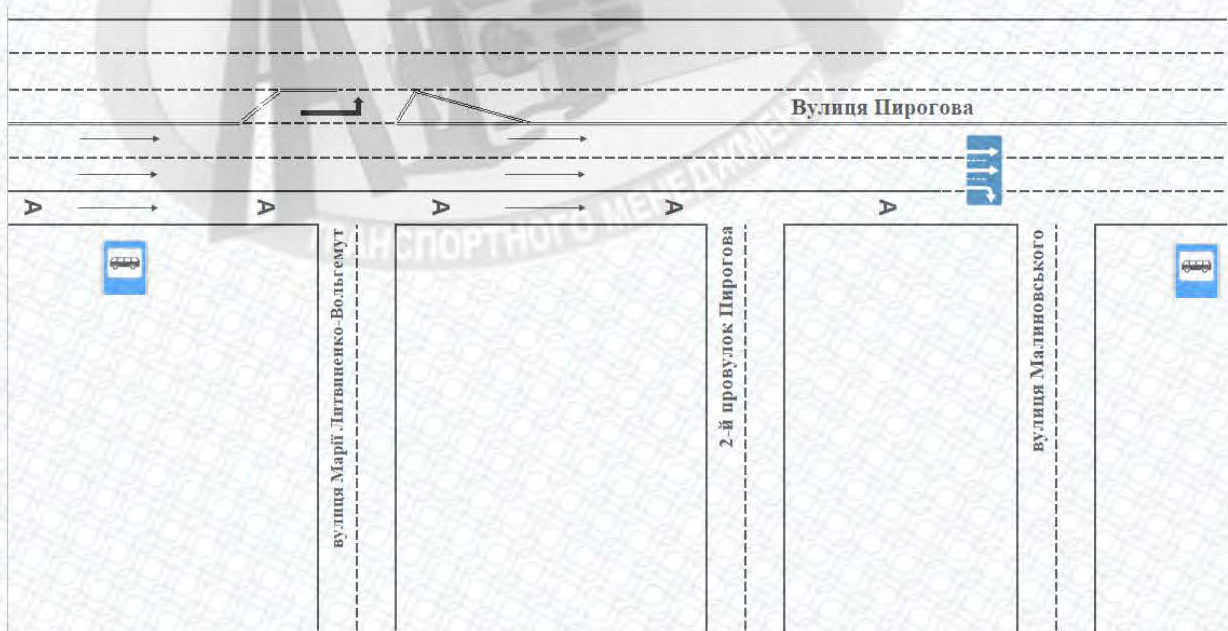


Рисунок 3.9 – Запропонована організація дорожнього руху по вул. Пирогова

Запропоновано смугу для громадського транспорту від зупинки громадського транспорту «Ринок «Урожай»» продовжити до перехрестя з вул. Малиновського. Смугу для громадського транспорту закінчується до перехрестя для того, щоб безперешкодно дозволити транспортним засобам виконувати правий крайньої правої смуги. Для запобігання утворення затримок

громадського транспорту на світлофорі необхідно встановити табличку з зеленою стрілкою (рис 3.10). В такому випадку при під'їзді громадського транспорту до світлофору, транспортні засоби, які зайняли праву смугу, зможуть завершити всій маневр, та, при увімкненні зеленого сигналу світлофору, громадський транспортний засіб буде знаходитись першим перед стоп лінією.



Рисунок 3.10 – Світлофор із вертикальним розташуванням сигналів з додатковою секцією у вигляді табличка з намальованою зеленою стрілкою

3.4 Визначення ефективності запропонованих рішень

Ефективність від надання пріоритету громадському транспорту по вулиці Пирогова можна визначити зменшенням затримок громадського транспорту, при цьому це буде спричиняти зменшення забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами та кількості спожитого палива муніципальними автобусами.

Відповідно до даних отриманих з системи GPS моніторингу встановлено, що час затрачений на рух по ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова» з урахуванням зупинки на світлофорі складає від 1 хв 40 с. до 2 хв. 30 с. В час пік під час виникнення заторів це час сягає 8 хв. При впровадженні смуги для громадського транспорту час руху на відповідній ділянці при виникненні заторів буде такий же як і без заторів. Тому економія часу буде складати до 6 хв. Це забезпечить вагомий соціальний ефект, оскільки час руху громадського транспорту в час пік буде близьким до часу руху при мінімальному

навантаженні на транспортну мережу. При цьому час руху на приватних транспортних засобах буде зростати. Відповідно мотивація для пересадки з приватного транспорту на громадський буде зростати, що в свою чергу буде сприяти розвитку громадського транспорту, зменшенню кількості приватного транспорту на дорогах міста та зменшенню затримок транспортних потоків в транспортній мережі міста.

3.5 Висновки до розділу 3

1. Проведено дослідження швидкості сполучення автобусами та затримок транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста Вінниця

2. За допомогою системи GPS-моніторингу визначено час проїзду громадським транспортом транспортною мережею м. Вінниця за маршрутами, що дозволило визначити швидкості сполучення. Встановлено, що в центральній частині міста та на ділянках транспортної мережі, де є 1х1 смуга руху, швидкість сполучення близька до рівномірної, на ділянках з смугами 2х2 і 3х3 розкид швидкостей сполучення є більшим.

3. Запропоновано на ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова» виділити окрему смугу для руху громадського транспорту, оскільки ширина проїзної частини (3 смуги) дозволяють це зробити, а пропускної здатності двох смуг, які залишились, достатньо.

4. При впровадженні смуги для громадського транспорту час руху, на відповідній ділянці, при виникненні заторів буде такий же як і без заторів. Економія часу на рух між зупиночними пунктами буде складати до 6 хв. Це забезпечить вагомий соціальний ефект, зменшення забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами та кількості спожитого палива муніципальними автобусами.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці

В даній роботі розглядаються умови праці при виконанні роботи. До обладнання для роботи входять робочі столи та обчислювальна техніка.

В приміщенні проводять наукові роботи, різного роду розробки розрахунки, виконують креслення та інше.

Робочі місця мають розташовуватись так, щоб забезпечити зручні умови праці працюючих. Проходи повинні бути достатньої ширини, щоб можна було пройти не заважаючи працівникам.

Для притоку свіжого повітря використовується природна вентиляція.

В холодний період року використовується система водяного опалення з радіаторами.

Можливий вплив на працівників небезпечних та шкідливих виробничих факторів. До небезпечних виробничих факторів відносять фактори, вплив яких на працюючих приводить до травм, а шкідливих - фактори які приводять до захворювання.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяють за природою дії на фізичні, хімічні, та психофізіологічні.

В приміщенні на працюючих діють тільки дві групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів – фізичні та психофізіологічні.

До групи фізичних небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечної дії:

- підвищена чи понижена вологість повітря;
- підвищена чи понижена температура повітря;
- недостатність природного освітлення;
- недостатність освітлення робочого місця;
- підвищена чи понижена рухомість повітря.

Групу психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів по характеру дії поділяють на такі підгрупи: фізичні та нервово – психічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносять – статичне; до нервово – психічних – монотонність праці, розумові навантаження, емоційні переживання.

4.2 Організаційно – технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

Електробезпека

В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори:

- а) наявність електричних розеток;
- б) наявність освітлювальних пристроїв;
- в) наявність оргтехніки.

Виходячи з перелічених факторів згідно ГОСТ 2.1.030-81 вибираємо спосіб захисту – занулення.

Вимоги до електрообладнання:

Обладнання занулене, що забезпечує захист від ураження електричним струмом. Відповідністю з ПУЕ занулення застосовується і являється ефективною мірою захисту електрообладнання.

Живлення обладнання здійснюється від трифазної мережі з заземленою нейтраллю. Потужність обладнання до 4 кВт.

Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Визначається як система організаційних, технічних засобів, які запобігають або зменшують дію на робітника шкідливих факторів.

Санітарні вимоги до приміщення

За санітарними нормами на одного працюючого має припадати не менше $S = 6 \text{ м}^2$ виробничої площі та $V = 15 \text{ м}^3$ об'єму приміщення. При кількості персоналу до 20 чоловік

Без урахування обладнання в нашій аудиторії на одну людину припадає $S = 6,5 \text{ м}^2$ та $V = 15 \text{ м}^3$. Враховуючи площу обладнання одержимо $S = 4,4 \text{ м}^2$ та $V = 13,8 \text{ м}^3$.

Мікроклімат

Показниками які характеризують мікроклімат є:

- оптимальні показники мікроклімату які розповсюджуються на всю виробничу зону;
- допустимі показники встановлюються диференційно для робочих місць.

Витрата енергії працівників складає: $(150 - 200 \frac{\text{ккал}}{\text{год}})$. Робоче місце постійне.

Категорія робіт: легка 16. До даної категорії відноситься робота, що виконується сидячи і не потребує переміщення.

Таблиця 4.1 – Показники мікроклімату

Період року	Категорії	Температура					Відносна вологість		Швидкість руху	
		Оптимі- льна	max		min		Оптиміальна	Допустима не більше	Оптиміальна	Допустима не більше
			пост	непост	пост	непост				
Холодний	Легка 16	21-23	25	27	20	17	40-60	75	0,1	0,2
Теплий	Легка 16	22-24	28	29	21	18	40-60	70	0,2	0,1-0,3

Інтенсивність теплового випромінювання працівників від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлювальних пристроїв на постійних робочих місцях не повинна перевищувати 100 Вт/м^2 при опроміненні 25% поверхні тіла.

Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочому місці приміщення повинна відповідати нормам, вказаним в таблиці 4.1.

В приміщенні повинні підтримуватись оптимальні параметри мікроклімату. Так як робота пов'язана з нервово-емоційною напругою.

Опалення приміщень

В холодну пору року в приміщенні застосовується комбіноване опалення.

Системи опалення, вид і параметри теплоносія передбачаються з урахуванням теплової інерції огорожуючи конструкцій і у відповідності з характером і призначенням споруд і будівель СНиП II-33-75. Згідно цього вибираємо водяне опалення, для даного приміщення розташування радіаторів вибираємо на стінах або нішах стін, коли стіни не несуть основних навантажень.

Вентиляція

Для очищення повітря в приміщенні застосовується вентиляційна система:

- природна (неорганізована).

При природній вентиляції повітрообмін проходить внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовні, а також в результаті дії повітря. В якості природної вентиляції використовуємо неорганізовану вентиляцію при якій попадання або видалення повітря проходить через нещільності і пори зовнішніх огорожень, через вікна.

Освітлення

Освітлення в приміщенні відповідають ДБН В.2.5-28:2018.

Нормування освітленості і КПО проводимо в горизонтальній площині на висоті 0,8 м від підлоги. Природне освітлення (КПО, e_n^w %):

При бічному освітлені $e_n^w = 2.0\%$;

Так як місто Вінниця знаходиться в IV світловому кліматі:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c;$$

$$e_n^{IV} = 2.0 \cdot 0.9 \cdot 0.75 = 1.35\%.$$

де $m = 0,9$ – коефіцієнт світлового клімату для IV сонячного поясу,

$C = 0,75$ – коефіцієнт сонячного клімату, азимут 90° .

Штучне освітлення.

Загальна освітленість приміщення – 500 лк.

Для збільшення освітленості робочої поверхні слід застосовувати місцеве освітлення. Показник дискомфорту не повинен перевищувати 40. Для загального штучного освітлення слід передбачити газорозрядні лампи, незалежно від джерела світла місцевого освітлення. Коефіцієнт пульсації освітленості при освітленні приміщення не повинен перевищувати – 10%.

Шум

Походження шумів у даному приміщенні пов'язано з роботами у прилеглих приміщеннях.

Дані в таблиці2 відповідають виду трудової діяльності, що потребує сконцентрованості над виконанням всіх видів робіт на постійних робочих місцях.

Таблиця 4.2 – Характеристика шумового навантаження

Рівні звукового тиску в октавних полосах з середньо геометричними частотами									Еквівалентні рівні звуку в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
93	76	70	63	59	54	51	50	40	60

Методи і засоби боротьби з шумом:

Для захисту від шуму, який виникає в приміщенні від неякісної роботи оргтехніки слід застосовувати столи з спеціальним відділенням для встановлення системних блоків.

Зниження шуму на шляху його розповсюдження в значній мірі досягається проведенням будівельно-акустичних заходів з застосуванням звукоізолюючих перегородок між приміщеннями.

Вібраційна безпека (ДСН 3.3.6.039–99)

Причиною збудження вібрації в приміщенні є вібрації, виникаючі при роботі обчислювальних машин і агрегатів, які знаходяться в прилеглих приміщеннях.

Таблиця 4.3 – Характеристика вібраційного навантаження

Категорія вібрації по санітарним нормам і критеріям	Характеристики умов праці	Приклад джерел вібрації
Зв комфорт	Вібрація на робочих місцях працівників розумової праці, персоналу, що незайняті розумовою працею	Обладнання прилеглих приміщень

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну е функціональному стані вестибулярного апарату. Центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до професійних захворювань.

В нашому приміщенні присутня вібрація типу – Зв. Тобто це вібрація на робочих місцях працівників розумової праці і персоналу, що незайняті фізичною працею.

Для зменшення шкідливої дії вібрації слід встановити джерела виникнення вібрації на віброізолювальні опори.

4.3 Захист персоналу в надзвичайних ситуаціях

Спеціальна обробка

Спеціальна обробка включає знезараження поверхонь і санітарну обробку особового складу. Знезараження передбачає перш за все механічне видалення,

а також нейтралізацію хімічним, фізичним способами шкідливої речовини і знищення хвороботворних мікробів, загрозливих здоров'ю і життю людей, і включає виконання таких робіт, як дезактивація, дегазація, дезінфекція засобів індивідуального захисту, одягу, предметів постійного користування, інструментів, технічних і транспортних засобів.

Спеціальна обробка може бути повною або частковою.

Часткову спеціальну обробку особовий склад формувань ЦЗ проводить по розпорядженню командира (керівника) без припинення виконання поставлених завдань. Вона включає обробку відкритих ділянок тіла людини, одягу, засобів індивідуального захисту, органів дихання, а також обробку інструменту, окремих ділянок поверхні технічних і транспортних засобів, з якими особовий склад постійно стикається в ході виконання робіт.

Повну спеціальну обробку особового складу формувань ЦЗ і населення проводять на пунктах спеціальної обробки по розпорядженню старшого начальника ЦЗ після виходу із зон зараження, а також після виходу з районів проведення робіт. Вона включає проведення в повному об'ємі дегазації, дезактивації і дезінфекції технічних транспортних засобів, засобів індивідуального захисту, одягу, взуття, устаткування, інструментів і інших матеріальних засобів, а також санітарну обробку людей. Об'єм робіт при повній спеціальній обробці залежить від вигляду і умов зараження, а також від ступеня захищеності людей. Повна спеціальна обробка проводиться: у районах розташування сил ЦЗ; у призначених районах спеціальної обробки (РСО).

У районах спеціальної обробки розгортання відповідних підрозділів радіаційного та хімічного захисту може проводитися: завчасно, до підходу; з ходу, коли сили ЦЗ або населення вже знаходяться в призначеному районі.

Район спеціальної обробки – це ділянка місцевості, на якій здійснюється підготовка до проведення, проведення повної спеціальної обробки і підготовка до виконання подальших завдань. РСО призначається по можливості на незараженій місцевості на маршрутах висунення сил ЦЗ і населення із зон зараження. Він включає: район очікування, один або декілька пунктів

спеціальної обробки, район збору. Район очікування – призначається для підготовки частин, підрозділів, формувань і населення до проведення спеціальної обробки і організації взаємодії. Район збору – призначається для підготовки оброблених підрозділів до виконання подальших завдань.

Для пункту спеціальної обробки вибираються ділянки місцевості з природними укриттями, поблизу джерел води із зручними шляхами під'їзду і виїзду. Кількість майданчиків обробки визначається складом підрозділу і формування ЦЗ і наявністю у них відповідних засобів спеціальної обробки. Кількість і розміщення майданчиків здійснюється з урахуванням характеру місцевості, можливості руху сил ЦЗ, населення і забезпечення максимальної продуктивності машин спеціальної обробки.

Особливість організації і проведення спеціальної обробки силами формувань радіаційного і хімічного захисту обумовлена в першу чергу тим, що серед сил радіаційного і хімічного захисту немає таких формувань, які самостійно можуть розвернути пункт спеціальної обробки зі всіма його елементами. Це привело до того, що пункти спеціальної обробки як такі силами одного формування радіаційного і хімічного захисту не розгортаються.

Для забезпечення комплексності повної спеціальної обробки передбачається устаткування майданчиків санітарної обробки, а також майданчиків знезараження техніки, що розгортаються командами або групами знезараження. Тут же здійснюється заміна зараженого одягу. Знезараження її здійснюється на пунктах спеціальної обробки одягу.

Організація пункту спеціальної обробки техніки

Відповідно до вимог Сніп 2.01.57-85 спеціальну обробку автотранспорту (АТ) слід передбачати на потокових лініях і проїзних постах приміщень миття і прибирання автомобілів. На підприємствах, що діють, тупикові пости миття і прибирання автомобілів не слід пристосовувати для спеціальної обробки автотранспорту. При проектуванні спеціальної обробки автотранспорту необхідно враховувати послідовність операцій:

- контроль забрудненості автотранспорту (при його забрудненні РВ);

- чищення і миття зовнішніх і внутрішніх поверхонь автотранспорту (при його забрудненні РВ);
- нанесення на поверхню автотранспорту знезаражувальних речовин (при дегазації і дезінфекції);
- витримка (при дезінфекції) нанесених речовин на поверхні АТ;
- змивання (зняття) знезаражувальних речовин;
- повторний контроль ступеня забрудненості РВ автотранспорту і у разі потреби повторення дезактивації;
- змащення поверхонь деталей і інструменту, виготовлених з легкоерозійних матеріалів.

Повна спеціальна обробка вимагає обладнання стаціонарних місць обробки автотранспорту на так званих станціях знезараження техніки СЗТ або пунктів спеціальної обробки (ПуСО). Їх принципова відмінність полягає в тому, що на ПуСО крім спеціальної обробки транспорту проводиться ще і санітарна обробка людей і знезараження одягу.

СЗТ розгортають як самостійні об'єкти або у складі пунктів спеціальної обробки (ПуСО).

В цілях економії капітальних вкладень проектування приміщень миття і прибирання автотранспорту слід здійснювати з урахуванням їх пристосування під СЗТ (реалізація принципу подвійного призначення).

Основними елементами СЗТ є: контрольно-розподільний пост; майданчик очікування; пости спеціальної обробки; майданчик оброблених машин.

При проектуванні пристосування приміщень постів миття і прибирання автотранспорту для спеціальної обробки слід передбачати цілодобову безперебійну роботу і потокову обробку, не допускаючи перетину забруднених потоків з потоками, що пройшли спеціальну обробку. З метою відділення забруднених потоків від потоків, що пройшли спеціальну обробку, в приміщеннях постів миття слід виділяти «брудну» і «чисту» зони.

Вибір розчинів, рецептур і речовин для спеціальної обробки здійснюють залежно від вигляду і ступеня зараження, типу використовуваного устаткування

для спеціальної обробки, характеру оброблюваної поверхні, пори року. Вибір способів і засобів знезараження (дезактивації, дегазация і дезінфекції) слід виконувати відповідно до вимог Керівництва по спеціальній обробці.

Технічні засоби станції знезараження техніки включають устаткування для миття автомобілів доповнене засобами залежно від призначення приміщень і майданчиків згідно вимогам Керівництва, а також від планованої пропускної спроможності, що встановлюється відповідно до вимог СНиП 2.01.57-85.

Робочі пости «брудної» і «чистої» зон для робіт в нижній частині автотранспорту повинні бути обладнані оглядовими канавами, естакадами або підйомниками. На постах спеціальної обробки в «брудній» зоні слід передбачати установку робочих постів з металевим або пластмасовим покриттям, а також металевих ємностей із знезаражувальними розчинами для спеціальної обробки вузлів, деталей і інструментів, що знімаються з автомобілів. У «чистій» зоні слід передбачати установку робочих столів для повторного контролю і мастила знятих вузлів, деталей і інструменту.

ВИСНОВКИ

1. Головними чинниками, які впливають на рух громадського транспорту, є інтенсивність транспортних потоків, спосіб регулювання дорожнього руху, а також геометричні параметри та щільність вулично-дорожньої мережі. Підвищення ефективності функціонування громадського транспорту досягається організаційними та регуляторними заходами, основними серед яких є: облаштування виділених смуг руху для громадського транспорту; обмеження паркування біля краю проїжджої частини; надання громадського транспорту пріоритету на регульованих ділянках; заборона поворотних маневрів на перехрестях; спосіб облаштування зупинок громадського транспорту.

2. Причиною найбільших втрат часу є насичені транспортні потоки та режим роботи світлофорного регулювання, зупинки та стоянки транспортних засобів на проїжджій частині.

3. Основними чинниками, які спричиняють затримки руху транспортних засобів на регульованих перехрестях та пішохідних переходах є інтенсивність руху транспортних потоків, параметри світлофорного циклу та геометричними характеристиками перехрестя.

4. На утворення затримок у зоні дії зупинок громадського транспорту впливає інтенсивність руху загального транспортного потоку та громадського транспорту і тривалість технологічної затримки під час посадки-висадки пасажирів.

5. Тривалість проїзду ділянки транспортної мережі залежить від сумарної тривалості проїзду всіх її «критичних ділянок», інтенсивності руху транспортної мережі та середньої швидкості руху транспортних засобів на смугах. Виділено 10 типових ділянок, виходячи із планувальних особливостей транспортної мережі, рівня зручності руху та показників загального транспортного потоку.

6. Проведено дослідження швидкості сполучення автобусами та затримок транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста Вінниця

7. За допомогою системи GPS-моніторингу визначено час проїзду громадським транспортом транспортною мережею м. Вінниця за маршрутами, що дозволило визначити швидкості сполучення.

8. Запропоновано на ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова» виділити окрему смугу для руху громадського транспорту, оскільки ширина проїзної частини (3 смуги) дозволяють це зробити, а пропускної здатності двох смуг, які залишились, достатньо.

9. При впровадженні смуги для громадського транспорту час руху, на відповідній ділянці, при виникненні заторів буде такий же як і без заторів. Економія часу на рух між зупиночними пунктами буде складати до 6 хв. Це забезпечить вагомий соціальний ефект, зменшення забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами та кількості спожитого палива муніципальними автобусами.

10. Розглянуто основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Проведено аналіз праці робітників, запропоновано технічні рішення з виробничої санітарії, а саме було проаналізовано мікроклімат та склад повітря, оцінено освітлення, шум та вібрацію робочої зони. Прийнято технічні рішення з пожежної безпеки. Організовано пункт спеціальної обробки для дезактивації транспортних засобів від шкідливих речовин в умовах надзвичайних ситуацій мирного часу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Галуцак О. О. Зменшення затримок громадського транспорту в центральній частині міста Вінниця наданням йому пріоритету в русі // О.О.Галуцак, Б.Р. Ясінський_ / Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)» – ВНТУ, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/rm/mn2024/schedConf/overview>
2. 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.
3. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху: кн. 4 / [Е. В. Гаврилов, В. К. Доля О. Т. Лановий, В. П. Поліщук та ін.], за заг. ред. М. Ф. Дмитриченко. – К.: Знання України, 2005. – 452 с.
4. Smart Cities: Solutions for China's Rapid Urbanization / [B. Appleyard, Y. Zheng, R. Watson et al.]. – New York: NRDC, 2007. – 28 p.
5. Вучик В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А. Калинина под научн. ред. М. Блинкина / Вукан Р. Вучик. – Москва: Территория будущего, 2011. – 413 с.
6. Комплексний підхід до вирішення існуючих проблем функціонування транспортної системи міста / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, С. В. Цимбал, Г. Ю. Тодорашко. // Наукові нотатки. – 2016. – №55. – С. 22–25.
7. Фоменко Г. Р. Транспортні системи та безпека руху у містах / Г. Р. Фоменко. // Науковий вісник будівництва. – 2015. – №4(82). – С. 220–224.
8. Лобашов О. О. Вплив параметрів транспортних мереж значних і найзначніших міст на швидкість транспортних потоків / О. О. Лобашов, С. Б. Дульфан. // Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура. Економіка. – 2013. – №109. – С. 107–110.

9. Дульфан С. Б. Про напрямки зниження завантаження дорожнім рухом транспортних мереж міст / С. Б. Дульфан, О. О. Лобашов. // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. – №6. – С. 35–38.
10. Van Wee B. The Transport System and Transport Policy / B. van Wee, J. Annema, D. Banister. – Cheltenham, Northampton: Edward Elgar Publishing, 2013. – 399 p.
11. Litman T. The New Transportation Planning Paradigm / Todd Litman. // ITE Journal. – 2013. – P. 20–28.
12. Безлюбченко О. С. Планування і благоустрій міст / О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черноносова: Харк. нац. акад. міськ. госп- ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 191 с.
13. Степанчук О. В. Методологія підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міст : автореф. дис. на здобуття наук ступеня докт. техн. наук : спец. 05.23.20 "містобудування та територіальне планування" / Степанчук Олександр Васильович – Київ, 2018. – 45 с.
14. Burinskiene M. The Impact of Public Transport Lanes on the Operating Speed of Buses / M. Burinskiene, M. Gusaroviene, K. Gabrileviciut -Skebiene. // The 9th International Conference "ENVIRONMENTAL ENGINEERING", 22–23 May 2014, Vilnius, Lithuania. – 2014. – P. 1–6.
15. Bruun E. Choose the right public transport solution based on performance of components / E. Bruun, D. Allen, M. Givoni. // Transport. – 2018. – №33. – С. 1017–1029.
16. Detailed Analysis of Public Bus Vehicle Ride on Urban Roads / V. Novotný, D. Kočárková, H. Havlena, M. Jacura. // Transport Problems. – 2016. – №11 (4). – P. 43–55.
17. Evaluation of the Pre-Detective Signal Priority for Bus Rapid Transit Coordinating the Primary and Secondary Intersections / [M. Yang, G. Sun, W. Wang et al.]. // Transport. – 2018. – №33 (1). – P. 41–51.
18. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН Б.2.3-5:2018 – [Чинні від 2018-09-01]. – К.: Міністерство України, 2018. – 61 с.: (Державні будівельні норми України).

19. Yang X. Car Delay Model near Bus Stops with Mixed Traffic Flow / X. Yang, M. Huan, Z. Gao. // *Journal of Applied Mathematics*. – 2013. – №2013. – P. 1–6.
20. Mitigating negative impacts of near-side bus stops on cars / W. Gu, M. Cassidy, V. Gayan, Y. Ouyang. // *Transportation Research Part B*. – 2013. – №47. – P. 42–56.
21. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах / Є. Ю. Форнальчик, І. А. Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 236 с.
22. Форнальчик Є. Ю. Моделювання транспортних потоків / Є. Ю. Форнальчик, В. В. Гілевич, І. А. Могила. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 216 с.
23. VISSIM 5.30-05 User Manual. – Karlsruhe: Planung Transport Verkehr AG, 2011. – 680 p.
24. Higgs B. Analysis of the Wiedemann Car-Following Model over Different Speeds Using Naturalistic Data / B. Higgs, M. Abbas, A. Medina. // *3rd International Conference on Road Safety and Simulation*. – 2011. – С. 1–22.
25. Currie G. Modelling the Direct Impact of Tram Operations on Traffic / G. Currie, Q. Duy, W. Young. // *Proc. of the 23th ITS World Congress (October 10-14), Melbourne, Australia*. – 2016. – P. 1–12.
26. Bura R. Possibilities for implementation the bus rapid transit on city expressways with controlled motion / R. Bura, S. Maksymiuk // VIII Міжнародний молодіжний науковий форум "Litteris et Artibus" & 13-та Міжнародна конференція "Молоді вчені до викликів сучасної технології" : матеріали. – Львів, 2018. – С. 184–185.
27. Бура Р. Р. Визначення оптимальної тривалості світлофорного циклу на перехрестях з жорсткими типами регулювання / О. М. Грицунь, Р. Б. Рогальський, Р. Р. Бура // *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал*. – 2019. – № 1 (12). – С. 41–47.

28. Shi W. Simultaneous Optimization of Passive Transit Priority Signals and Lane Allocation / W. Shi, C. Yu, W. Ma, L. Wang, L. Nie. // Journal of Civil Engineering. – 2020. – №24(2). – P. 624–634.

29. GPS система MapOn для громадського транспорту. Інтернет ресурс. Режим доступу: <https://mapon.com.ua/o-produkte/sfery-primeneniya/obshchestvennyy-transport/>.

30. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

31. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html

32. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

33. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

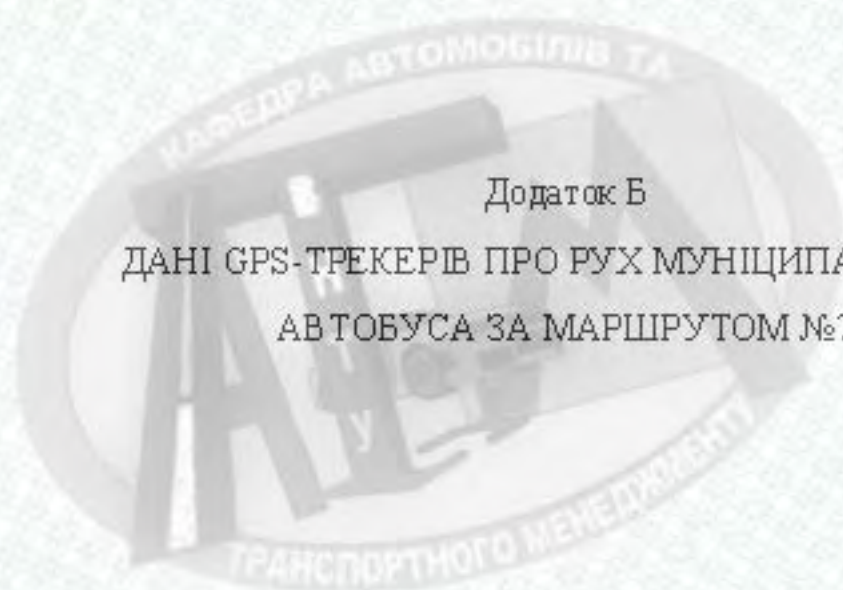
34. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php

35. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості від 16.10.2013 № 749 «Про затвердження Правил охорони праці під час холодного оброблення металів»,

36. Наказ МОЗ України № 285 від 13.02.2023 «Про затвердження Граничних та робочих рівнів виробничої вібрації та Порядку проведення оцінки рівня небезпеки впливу вібрації на працівника» - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0535-23#Text>



ДОДАТКИ



Додаток Б

ДАНІ GPS-ТРЕКЕРІВ ПРО РУХ МУНІЦИПАЛЬНОГО
АВТОБУСА ЗА МАРШРУТОМ №7

Час	Швидкість, км/год	Координати	Місцезнаходження
9:28:01	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:28:31	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:28:43	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:29:14	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:29:43	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:30:13	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:30:43	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:31:13	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:31:43	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:32:13	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:32:44	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:33:14	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:33:44	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:34:14	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:34:43	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:35:13	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:35:43	0	49.2165666, 28.3905133	вул. Пирогова, 348
9:35:57	6	49.2163266, 28.3907116	2-й Вишневецького пер.
9:36:00	7	49.2163049, 28.390805	2-й Вишневецького пер.
9:36:06	7	49.2162449, 28.391045	1-й Вишневецького пер.
9:36:14	6	49.2162416, 28.3912833	1-й Вишневецького пер.
9:36:16	7	49.2162633, 28.3913733	1-й Вишневецького пер.
9:36:18	8	49.216295, 28.3914416	1-й Вишневецького пер.
9:36:20	10	49.2163216, 28.3914933	1-й Вишневецького пер.
9:36:26	8	49.21643, 28.3916683	вул. Пирогова
9:36:29	7	49.2164966, 28.3917483	вул. Пирогова, 340
9:36:38	9	49.2166033, 28.391975	вул. Пирогова, 340
9:36:47	12	49.2166116, 28.3923466	вул. Пирогова, 338
9:36:49	13	49.2165933, 28.3924383	вул. Пирогова, 338
9:37:13	16	49.216435, 28.3938383	вул. Пирогова, 332
9:37:21	13	49.2163949, 28.3943116	вул. Пирогова, 328
9:37:29	15	49.216315, 28.3947116	вул. Пирогова, 326
9:37:48	17	49.2159433, 28.3959783	вул. Пирогова, 181
9:37:52	12	49.2158683, 28.39618	вул. Пирогова, 179
9:37:54	6	49.2158433, 28.3962466	вул. Пирогова, 179
9:38:18	16	49.2157483, 28.3965699	вул. Пирогова, 314
9:38:25	23	49.21561, 28.3970633	вул. Пирогова, 175
9:38:41	24	49.2151966, 28.3983383	вул. Пирогова, 167
9:38:57	20	49.2147866, 28.3995916	вул. Пирогова, 163
9:39:09	11	49.2145916, 28.4001766	вул. Пирогова, 290
9:39:16	0	49.2145283, 28.4003549	вул. Леоніда Кадецького
9:39:22	8	49.2145016, 28.4004583	вул. Леоніда Кадецького
9:39:23	10	49.2144966, 28.4005	вул. Леоніда Кадецького
9:39:25	11	49.2144933, 28.4005916	вул. Леоніда Кадецького
9:39:26	14	49.2145049, 28.4006416	вул. Леоніда Кадецького
9:39:27	17	49.2145233, 28.4006966	вул. Леоніда Кадецького

9:39:43	9	49.2149583, 28.4017583	вул. Пирогова
9:40:12	0	49.2149933, 28.401815	вул. Пирогова
9:40:20	7	49.215055, 28.4019299	вул. Пирогова, 276
9:40:23	9	49.2150966, 28.4020166	вул. Пирогова, 276
9:40:25	18	49.2151383, 28.4021316	вул. Пирогова, 276
9:40:37	28	49.2155466, 28.4029716	вул. Пирогова, 157
9:40:49	29	49.215955, 28.4042716	вул. Пирогова
9:40:53	28	49.2160483, 28.40469	вул. Пирогова
9:40:56	32	49.2160949, 28.4050383	вул. Подільська.
9:41:08	22	49.2161433, 28.40633	вул. Пирогова
9:41:14	11	49.2161633, 28.4067316	вул. Пирогова
9:41:17	0	49.2161783, 28.406815	вул. Пирогова
9:41:32	7	49.216205, 28.4068299	вул. Пирогова
9:41:34	10	49.2162333, 28.4068816	вул. Пирогова
9:41:39	20	49.2163333, 28.4071366	вул. Пирогова
9:41:44	22	49.2164466, 28.4075133	вул. Пирогова
9:41:47	22	49.21649, 28.4077766	вул. Пирогова
9:41:55	12	49.2165016, 28.4083066	вул. Пирогова
9:42:00	16	49.2165149, 28.4086033	вул. Пирогова
9:42:01	16	49.2165316, 28.4086616	вул. Пирогова
9:42:02	15	49.216555, 28.40871	вул. Пирогова
9:42:03	16	49.2165883, 28.40875	вул. Пирогова
9:42:05	18	49.216675, 28.4088066	вул. Пирогова
9:42:07	24	49.2167966, 28.4088316	пр. Юності
9:42:14	26	49.2172799, 28.4089433	пр. Юності
9:42:27	33	49.2181916, 28.4092316	пр. Юності
9:42:38	33	49.2191183, 28.4096783	пр. Юності
9:42:50	27	49.219995, 28.410075	пр. Юності
9:42:56	12	49.2203033, 28.4102	пр. Юності
9:42:58	0	49.2203416, 28.410195	пр. Юності
9:43:28	0	49.220345, 28.4101983	пр. Юності
9:43:39	9	49.2203933, 28.4102083	пр. Юності
9:43:43	20	49.2205449, 28.41027	пр. Юності
9:43:56	8	49.22112, 28.41049	пр. Юності
9:44:21	8	49.2211899, 28.4105016	пр. Юності
9:44:26	18	49.22136, 28.4104866	пр. Юності
9:44:31	19	49.2215949, 28.4105533	пр. Юності
9:44:48	18	49.2224783, 28.4109733	пр. Юності
9:45:06	24	49.2234066, 28.4113533	пр. Юності
9:45:14	13	49.2238383, 28.4115316	пр. Юності
9:45:16	6	49.2238816, 28.4115533	пр. Юності
9:45:29	8	49.2239233, 28.4115666	пр. Юності
9:45:32	15	49.2240166, 28.4115766	пр. Юності
9:45:48	19	49.2249083, 28.4119516	пр. Юності
9:45:58	9	49.2252816, 28.412115	пр. Юності
9:46:12	7	49.2253799, 28.4121483	пр. Юності
9:46:19	9	49.2255399, 28.4122	пр. Юності
9:46:21	6	49.2255766, 28.4122283	пр. Юності

9:46:23	6	49.2256066, 28.41226	пр. Юності
9:46:25	9	49.2256349, 28.4123316	пр. Юності
9:46:27	12	49.2256483, 28.4124133	вул. Келецька
9:46:30	13	49.2256283, 28.4125733	вул. Келецька
9:46:37	9	49.2255633, 28.4129183	вул. Келецька
9:47:07	0	49.2255399, 28.4130183	вул. Келецька
9:47:37	7	49.225525, 28.4131666	вул. Келецька
9:47:38	7	49.225525, 28.4131666	вул. Келецька
9:47:41	15	49.225525, 28.413305	вул. Келецька
9:47:46	26	49.22546, 28.4138	вул. Келецька
9:47:58	31	49.2252433, 28.4151399	вул. Келецька, 78
9:48:05	33	49.2251399, 28.4160016	вул. Келецька
9:48:16	34	49.2251099, 28.4174649	вул. Келецька
9:48:28	28	49.225115, 28.4189099	вул. Келецька, 66
9:48:33	18	49.2251066, 28.4193516	вул. Келецька
9:48:44	28	49.2251133, 28.4202866	вул. Келецька
9:48:52	18	49.2251116, 28.4210383	вул. Келецька
9:48:57	8	49.2250966, 28.4212883	вул. Келецька
9:49:17	19	49.2251083, 28.421585	вул. Келецька
9:49:25	29	49.22513, 28.4223783	вул. Келецька
9:49:33	29	49.2251183, 28.4233283	вул. Келецька
9:49:38	32	49.2250966, 28.4239233	вул. Келецька
9:49:50	22	49.2250716, 28.425215	вул. Келецька, 49/50
9:49:55	12	49.2250616, 28.4255683	вул. Келецька
9:49:57	6	49.2250616, 28.425635	вул. Келецька
9:50:27	0	49.2250616, 28.42566	вул. Келецька
9:50:53	8	49.2250783, 28.4257083	вул. Келецька
9:50:58	7	49.2250933, 28.4258933	вул. Келецька
9:51:04	6	49.22508, 28.4260133	вул. Келецька
9:51:05	9	49.2250633, 28.4260383	вул. Келецька
9:51:06	9	49.2250416, 28.42606	вул. Келецька
9:51:07	11	49.2250133, 28.4260766	вул. 600-річчя
9:51:08	11	49.22498, 28.4260849	вул. 600-річчя
9:51:16	14	49.2246133, 28.4260533	вул. 600-річчя
9:51:20	4	49.2245083, 28.4260266	вул. 600-річчя, 52
9:51:39	10	49.2244416, 28.4261149	вул. 600-річчя, 52
9:51:41	11	49.224395, 28.4261866	вул. 600-річчя, 52
9:51:44	21	49.224275, 28.42626	вул. 600-річчя
9:51:46	23	49.22417, 28.4262683	вул. 600-річчя
9:52:02	26	49.223295, 28.4262366	вул. 600-річчя
9:52:10	32	49.2226316, 28.4264383	вул. 600-річчя
9:52:22	31	49.2216683, 28.4265066	вул. 600-річчя
9:52:34	30	49.22073, 28.4266099	вул. 600-річчя
9:52:39	31	49.2203483, 28.4267449	вул. 600-річчя, 27а
9:52:42	28	49.2201283, 28.426815	вул. 600-річчя, 27а
9:52:47	18	49.2198383, 28.4268	вул. 600-річчя, 27а
9:52:52	7	49.2196816, 28.4267666	вул. 600-річчя
9:53:20	9	49.2196016, 28.426765	вул. 600-річчя

9:53:24	11	49.2194883, 28.426805	вул. 600-річчя
9:53:31	0	49.2193583, 28.4267899	вул. 600-річчя
9:53:34	6	49.2193133, 28.4268283	вул. Константина Василенко
9:53:36	8	49.219285, 28.4268783	вул. Константина Василенко
9:53:37	9	49.2192733, 28.426915	вул. Константина Василенко
9:53:39	19	49.2192516, 28.42706	вул. Константина Василенко
9:53:41	23	49.2192483, 28.427235	вул. Константина Василенко
9:53:54	27	49.2192416, 28.4286433	вул. Константина Василенко
9:54:06	29	49.2191966, 28.4301	вул. Константина Василенко
9:54:13	19	49.21917, 28.430795	вул. Константина Василенко
9:54:15	11	49.2191666, 28.4309166	вул. Константина Василенко
9:54:19	0	49.2191583, 28.4310416	вул. Константина Василенко
9:54:33	6	49.21917, 28.431085	вул. Константина Василенко
9:54:34	6	49.2191749, 28.4311066	вул. Константина Василенко
9:54:38	10	49.2191899, 28.4312133	вул. Константина Василенко
9:54:43	20	49.21918, 28.4315333	вул. Константина Василенко
9:54:55	31	49.2191416, 28.4325916	вул. Константина Василенко
9:55:07	26	49.2191016, 28.4340683	вул. Константина Василенко
9:55:11	26	49.219075, 28.4344666	вул. Константина Василенко
9:55:13	29	49.2190133, 28.4346583	вул. Константина Василенко
9:55:19	19	49.2187733, 28.4352	вул. Константина Василенко
9:55:21	9	49.218735, 28.43529	вул. Константина Василенко
9:55:31	23	49.2185683, 28.43562	вул. Константина Василенко
9:55:45	16	49.218015, 28.4367599	вул. Константина Василенко
9:55:48	5	49.2179783, 28.436845	вул. Константина Василенко
9:56:19	0	49.2179666, 28.436885	вул. Константина Василенко
9:56:48	0	49.2179666, 28.436885	вул. Константина Василенко
9:56:53	0	49.2179666, 28.436885	вул. Константина Василенко
9:57:06	10	49.2179316, 28.436965	вул. Константина Василенко
9:57:11	14	49.2178433, 28.4372	вул. Константина Василенко
9:57:12	15	49.217835, 28.4372566	вул. Пирогова, 120
9:57:13	15	49.2178366, 28.4373166	вул. Пирогова, 120
9:57:14	16	49.217845, 28.4373783	вул. Пирогова, 120
9:57:15	17	49.2178633, 28.4374383	вул. Пирогова, 120
9:57:16	18	49.2178883, 28.43749	вул. Пирогова
9:57:22	21	49.2181233, 28.4377833	вул. Пирогова
9:57:28	9	49.2183716, 28.438015	вул. Пирогова, 105
9:57:51	19	49.2185333, 28.4381249	вул. Пирогова
9:57:56	31	49.2188116, 28.4384	вул. Пирогова, 110
9:58:07	37	49.2196116, 28.4392966	вул. Пирогова, 102
9:58:17	27	49.2202733, 28.44004	вул. Пирогова, 96
9:58:26	17	49.2206433, 28.4404633	вул. Пирогова, 92/2
9:58:31	3	49.2207633, 28.4406016	вул. Пирогова, 92/2
9:58:44	11	49.220805, 28.4406666	вул. Пирогова, 90
9:58:45	15	49.220835, 28.4407	вул. Пирогова, 90
9:58:50	25	49.2210566, 28.4409383	вул. Пирогова, 88
9:59:04	31	49.2218383, 28.441805	вул. Пирогова, 82
9:59:16	27	49.2226133, 28.4426366	вул. Пирогова

9:59:29	16	49.2232416, 28.4432499	вул. Пирогова, 76
9:59:31	11	49.2233133, 28.4432866	вул. Пирогова, 76
9:59:34	0	49.2233866, 28.44326	вул. Пирогова, 76
9:59:47	7	49.2234566, 28.4432183	вул. Пирогова, 76
9:59:48	9	49.2234849, 28.44323	вул. Пирогова, 76
9:59:51	19	49.2235933, 28.443305	вул. Пирогова, 74
9:59:59	29	49.2239633, 28.4438616	вул. Пирогова, 74
10:00:12	23	49.2246766, 28.4448133	вул. Пирогова
10:00:18	13	49.2248616, 28.4451066	вул. Пирогова, 68
10:00:23	24	49.2250183, 28.4453566	вул. Пирогова, 66
10:00:34	14	49.2254849, 28.4461366	вул. Пирогова
10:00:39	1	49.22557, 28.4462766	вул. Пирогова, 62
10:01:09	0	49.2255883, 28.4462916	вул. Пирогова, 62
10:01:33	0	49.2255883, 28.4462916	вул. Пирогова, 62
10:01:54	13	49.2256433, 28.44634	вул. Пирогова
10:01:55	17	49.2256983, 28.4464233	вул. Пирогова
10:02:02	15	49.2259216, 28.4467916	вул. Пирогова
10:02:14	21	49.2262266, 28.4473966	вул. Пирогова
10:02:31	16	49.2268216, 28.4484433	вул. Пирогова, 47а
10:02:36	6	49.22692, 28.448635	вул. Пирогова, 47
10:02:51	6	49.2269566, 28.4486966	вул. Пирогова, 47
10:02:56	7	49.2270233, 28.44879	вул. Пирогова, 45
10:03:22	18	49.2272566, 28.4491966	вул. Пирогова, 45
10:03:34	29	49.2277566, 28.4500116	вул. Пирогова
10:03:46	31	49.2283533, 28.451105	вул. Пирогова
10:03:58	27	49.2289549, 28.4521566	вул. Пирогова
10:04:03	17	49.2291383, 28.4524899	вул. Пирогова
10:04:07	7	49.2292066, 28.4526183	вул. Пирогова
10:04:37	0	49.2292183, 28.45265	вул. Пирогова
10:04:51	10	49.2292433, 28.4527016	вул. Пирогова
10:04:56	20	49.2293766, 28.4529399	вул. Пирогова
10:05:05	10	49.22962, 28.4533899	вул. Пирогова, 27
10:05:06	7	49.2296333, 28.4534133	вул. Пирогова, 27
10:05:36	0	49.2297716, 28.45359	вул. Пирогова, 27
10:05:50	11	49.2298149, 28.4536483	вул. Пирогова, 27
10:05:53	21	49.2299049, 28.4537766	вул. Пирогова
10:05:58	32	49.2301266, 28.4541683	вул. Пирогова, 23
10:06:09	30	49.2307299, 28.4552666	вул. Пирогова
10:06:22	18	49.2313733, 28.45629	вул. Валентина Отамановского
10:06:25	12	49.2314233, 28.4563616	вул. Пирогова
10:06:31	0	49.23151, 28.45654	вул. Пирогова
10:06:35	6	49.231505, 28.45661	вул. Пирогова
10:06:36	9	49.23151, 28.456645	вул. Пирогова
10:06:52	6	49.2315483, 28.4567249	вул. Пирогова, 9
10:07:01	13	49.2316299, 28.456825	вул. Пирогова, 9
10:07:05	23	49.2317649, 28.4570566	вул. Пирогова, 9
10:07:09	25	49.231945, 28.457345	вул. Пирогова
10:07:13	15	49.2320916, 28.4576	вул. Пирогова, 7

10:07:14	15	49.23213, 28.4576283	вул. Пирогова, 7
10:07:15	14	49.23217, 28.4576416	вул. Пирогова, 7
10:07:16	14	49.2321983, 28.4576483	вул. Пирогова, 7
10:07:18	16	49.2322883, 28.4576266	вул. Пирогова, 7
10:07:23	14	49.23251, 28.4575033	вул. Пирогова
10:07:30	4	49.2326983, 28.4572466	вул. Пирогова
10:07:33	8	49.2327416, 28.4572266	вул. Пирогова
10:07:34	13	49.23277, 28.4572333	вул. Пирогова
10:07:37	23	49.2329, 28.4573333	вул. Пирогова
10:07:49	32	49.2337033, 28.458135	вул. Пирогова
10:07:54	26	49.234015, 28.45846 (13)	вул. Соборна, 101/1
10:07:55	28	49.2340583, 28.4585483	вул. Соборна, 101/1
10:07:57	30	49.2341183, 28.4587566	вул. Соборна, 101/1
10:07:58	31	49.23413, 28.458875	вул. Соборна, 101/1
10:08:10	22	49.2342083, 28.46032	вул. Соборна, 95
10:08:15	19	49.2342433, 28.4606816	Хлебная ул.
10:08:21	15	49.2342749, 28.4610933	вул. Соборна, 91
10:08:24	15	49.2342516, 28.46126	вул. Соборна, 91
10:08:48	13	49.2340133, 28.4626283	вул. Соборна, 76
10:08:58	10	49.2339516, 28.4631283	вул. Соборна, 85/19
10:09:00	8	49.2339399, 28.4631966	вул. Соборна, 85/19
10:09:02	9	49.233925, 28.4632833	вул. Соборна, 85/19
10:09:05	9	49.2339016, 28.4634083	вул. Соборна, 85/19
10:09:08	10	49.2338799, 28.4635116	вул. Соборна, 85/19
10:09:19	0	49.23382, 28.4638016	вул. Соборна, 81
10:09:43	6	49.2338099, 28.4639266	вул. Соборна, 81
10:09:48	16	49.2338016, 28.4641416	вул. Соборна, 81
10:10:06	21	49.2335733, 28.4655416	вул. Соборна, 73
10:10:23	23	49.2333466, 28.4668916	вул. Соборна, 64
10:10:40	15	49.2330916, 28.468215	вул. Соборна, 52
10:10:45	5	49.2330483, 28.4684266	вул. Соборна, 52
10:11:08	6	49.233035, 28.4685049	вул. Соборна, 50
10:11:17	8	49.2329933, 28.4688399	вул. Соборна, 48
10:11:25	6	49.2329566, 28.4691116	вул. Соборна, 48
10:11:32	6	49.2328983, 28.46922	вул. Соборна, 46
10:11:35	10	49.2328333, 28.4692566	вул. Соборна, 46
10:11:45	21	49.2323116, 28.4693183	вул. Миколи Оводова.
10:12:07	18	49.2313983, 28.4695833	вул. Монастирська
10:12:19	24	49.2307133, 28.4697749	вул. Миколи Оводова., 81
10:12:28	15	49.230255, 28.4699549	вул. Миколи Оводова., 89
10:12:30	10	49.230195, 28.4699633	вул. Миколи Оводова., 89
10:12:33	0	49.2301366, 28.46997	вул. Миколи Оводова., 89
10:12:55	8	49.2300933, 28.4700083	вул. Миколи Оводова., 91
10:13:04	7	49.229805, 28.4701933	вул. Миколи Оводова., 97
10:13:07	8	49.2297366, 28.4702283	вул. Миколи Оводова., 97
10:13:08	9	49.2297133, 28.4702399	вул. Миколи Оводова., 97
10:13:11	7	49.22965, 28.4702816	вул. Миколи Оводова., 97
10:13:12	8	49.2296283, 28.4702883	вул. Миколи Оводова., 97

10:13:14	10	49.2295733, 28.4702849	вул. Миколи Оводова, 97
10:13:16	11	49.2294933, 28.4702616	вул. Миколи Оводова, 97
10:13:17	12	49.2294583, 28.4702683	вул. Миколи Оводова, 97
10:13:18	12	49.2294183, 28.4702883	вул. Миколи Оводова, 97
10:13:22	12	49.229305, 28.47039	вул. Миколи Оводова
10:13:24	13	49.2292433, 28.4704283	вул. Миколи Оводова
10:13:30	24	49.2289283, 28.4705433	вул. Миколи Оводова
10:13:43	30	49.2279666, 28.4707366	Староміський міст
10:13:54	18	49.2272133, 28.470905	Староміський міст
10:13:58	5	49.2271033, 28.4709333	вул. Синь водська
10:14:11	17	49.22696, 28.4709749	вул. Синь водська
10:14:21	24	49.2263833, 28.4710966	вул. Синь водська
10:14:24	26	49.2262016, 28.4712166	вул. Синь водська
10:14:37	29	49.225385, 28.4718733	вул. Синь водська
10:14:49	29	49.2245683, 28.47255	вул. Синь водська
10:14:56	26	49.2241166, 28.47282	вул. Синь водська
10:14:57	25	49.224055, 28.4728249	вул. Синь водська
10:14:59	22	49.2239316, 28.4727799	вул. Синь водська
10:15:02	15	49.2237899, 28.4726816	вул. Синь водська
10:15:05	6	49.2237099, 28.4726216	вул. Синь водська
10:15:25	6	49.2236349, 28.47261	вул. Синь водська
10:15:28	12	49.2235533, 28.472625	вул. Синь водська
10:15:31	18	49.2234116, 28.472605	вул. Синь водська
10:15:42	28	49.2227633, 28.4722266	вул. Синь водська
10:15:45	32	49.2225233, 28.4721716	вул. Синь водська
10:15:56	32	49.2216116, 28.47206	вул. 8-го березня, 1а
10:16:04	33	49.2209683, 28.4720983	2-й пер. Северина Наливайко, 4
10:16:10	32	49.2204999, 28.4723033	2-й пер. Северина Наливайко, 2
10:16:15	23	49.2202, 28.4725733	вул. Северина Наливайко
10:16:23	13	49.21993, 28.4729166	вул. Северина Наливайко, 17
10:16:26	0	49.2199, 28.4729666	вул. Северина Наливайко, 17
10:16:57	10	49.21986, 28.4730566	вул. Северина Наливайко, 17
10:16:59	17	49.21981, 28.473145	вул. Северина Наливайко, 19
10:17:03	28	49.2196249, 28.4733849	вул. Северина Наливайко, 19
10:17:09	39	49.2192066, 28.4739416	вул. 8-го березня, 5б
10:17:18	38	49.2184416, 28.47486	вул. 8-го березня, 9
10:17:22	41	49.2181966, 28.4751233	вул. 8-го березня, 22
10:17:31	40	49.2176366, 28.4763733	вул. 8-го березня, 23
10:17:34	40	49.2174316, 28.476695	площа 8-го березня ба
10:17:40	34	49.2170033, 28.4772616	площа 8-го березня 12
10:17:44	22	49.2167549, 28.4774899	площа 8-го березня 14
10:17:48	10	49.2166233, 28.4776216	2-й Маріупольський пер.
10:17:50	0	49.2166016, 28.4776416	2-й Маріупольський пер.
10:18:14	10	49.2165299, 28.4777183	2-й Маріупольський пер.
10:18:18	22	49.2163966, 28.4778833	2-й Маріупольський пер.
10:18:25	32	49.2159516, 28.47828	площа 8-го березня 17
10:18:29	30	49.21559, 28.4785766	вул. Маріупольська
10:18:32	33	49.2154183, 28.4788466	вул. Маріупольська

10:18:40	36	49.2150366, 28.4797916	вул. Маріупольська
10:18:42	39	49.21498, 28.4800666	вул. Маріупольська
10:18:45	43	49.2149333, 28.4805383	Вул. Якова Гальчевського, 1
10:18:48	46	49.2149533, 28.4810616	вул. Маріупольська
10:18:53	50	49.2151083, 28.4819716	вул. Маріупольська
10:19:01	48	49.2155333, 28.483395	вул. Маріупольська
10:19:07	38	49.2158216, 28.484275	вул. Маріупольська
10:19:11	28	49.21595, 28.484745	вул. Маріупольська
10:19:15	15	49.2160283, 28.4850383	вул. Замкова, 133
10:19:18	5	49.216055, 28.4851283	вул. Замкова, 133
10:19:39	15	49.21611, 28.4852983	вул. Маріупольська
10:19:42	26	49.216165, 28.4855316	вул. Маріупольська
10:19:45	33	49.2161916, 28.4858683	вул. Маріупольська
10:19:51	43	49.2161816, 28.4867833	вул. Маріупольська
10:19:59	44	49.2161066, 28.4881816	вул. Маріупольська
10:20:08	33	49.2160433, 28.489565	вул. Маріупольська
10:20:12	23	49.2160266, 28.4899883	вул. Маріупольська
10:20:17	15	49.2160133, 28.4903583	вул. Маріупольська
10:20:19	14	49.2159883, 28.4904616	вул. Маріупольська
10:20:20	15	49.21596, 28.4905	вул. Данила Нечая, 79
10:20:21	16	49.2159233, 28.4905316	вул. Данила Нечая, 79
10:20:22	15	49.2158866, 28.490555	вул. Данила Нечая, 79
10:20:24	18	49.215805, 28.4905783	вул. Данила Нечая
10:20:30	28	49.21544, 28.490625	вул. Данила Нечая, 85
10:20:39	17	49.2148433, 28.4906683	вул. Данила Нечая, 89
10:20:42	6	49.2147533, 28.4906816	вул. Данила Нечая, 89
10:20:58	17	49.2146233, 28.4906999	вул. Данила Нечая, 89
10:21:04	28	49.2142516, 28.4907416	вул. Данила Нечая, 95
10:21:15	35	49.2133183, 28.490895	вул. Данила Нечая
10:21:19	39	49.213, 28.4911633	вул. Данила Нечая, 166
10:21:28	28	49.2122649, 28.4917516	вул. Данила Нечая, 176
10:21:31	17	49.2121099, 28.4918516	вул. Данила Нечая, 178
10:21:34	5	49.2120416, 28.4918933	вул. Данила Нечая, 180
10:21:46	9	49.21202, 28.4919333	вул. Данила Нечая, 180
10:21:48	16	49.2119666, 28.4919883	вул. Данила Нечая, 180
10:21:51	26	49.2118333, 28.492125	вул. Данила Нечая, 182
10:21:55	37	49.211535, 28.492365	вул. Данила Нечая, 186
10:22:04	42	49.2106433, 28.493055	вул. Данила Нечая, 196
10:22:09	31	49.2102366, 28.4933883	вул. Данила Нечая, 200
10:22:13	18	49.2100133, 28.4935766	вул. Данила Нечая, 202
10:22:16	7	49.2099349, 28.49365	вул. Данила Нечая, 204
10:22:33	17	49.2098016, 28.4937766	вул. Данила Нечая, 204
10:22:38	29	49.2095399, 28.4940066	вул. Данила Нечая
10:22:49	19	49.208895, 28.494515	вул. Данила Нечая, 143
10:22:50	17	49.2088516, 28.4945216	вул. Данила Нечая, 143
10:22:52	15	49.2087766, 28.4944883	вул. Данила Нечая, 143
10:22:53	15	49.208745, 28.494455	вул. Данила Нечая, 143
10:22:54	16	49.2087183, 28.4944133	вул. Данила Нечая

10:22:55	16	49.2086966, 28.4943616	вул. Данила Нечая
10:22:57	19	49.208665, 28.4942233	вул. Данила Нечая
10:22:59	20	49.208665, 28.4940616	В.
10:23:08	30	49.2087049, 28.4931266	Вул. Якова Шепеля.
10:23:17	40	49.20869, 28.4918283	Вул. Якова Шепеля., 3
10:23:27	35	49.208695, 28.4903283	Вул. Якова Шепеля., 6а
10:23:32	25	49.2087666, 28.4897583	Вул. Якова Шепеля., 10
10:23:35	14	49.2087899, 28.489545	Вул. Якова Шепеля., 15
10:23:38	0	49.2087933, 28.489465	Вул. Якова Шепеля., 15
10:23:49	9	49.2087866, 28.4894166	Вул. Якова Шепеля., 15
10:23:52	19	49.2087716, 28.4892566	Вул. Якова Шепеля., 15
10:23:55	29	49.2087883, 28.4888833	Вул. Якова Шепеля., 17
10:24:06	34	49.2089016, 28.4874333	Вул. Якова Шепеля.
10:24:12	24	49.20898, 28.4867616	Вул. Якова Шепеля.
10:24:14	20	49.2090149, 28.48659	Вул. Якова Шепеля.
10:24:17	8	49.20906, 28.4864283	Вул. Якова Шепеля.
10:24:35	12	49.20904, 28.4862866	Вул. Якова Шепеля.
10:24:38	22	49.2090366, 28.486065	Вул. Якова Шепеля.
10:24:43	22	49.209085, 28.4855783	Вул. Якова Шепеля.
10:24:46	12	49.20912, 28.4853916	Вул. Якова Шепеля.
10:24:52	1	49.2091416, 28.48525	Вул. Якова Шепеля.
10:24:55	7	49.2091316, 28.4852166	Вул. Якова Шепеля.
10:24:57	10	49.2091066, 28.4851666	Вул. Якова Шепеля.
10:24:58	13	49.20908, 28.485145	Вул. Якова Шепеля.
10:25:02	23	49.2088966, 28.48505	Вул. Якова Гальчевського.
10:25:09	33	49.2083966, 28.4848366	Вул. Якова Гальчевського., 100
10:25:21	26	49.2074916, 28.4843849	Вул. Якова Гальчевського., 132
10:25:28	15	49.20713, 28.4842016	Вул. Аграрна
10:25:33	4	49.2070033, 28.4841166	Вул. Аграрна
10:25:46	15	49.2068833, 28.4840666	Вул. Аграрна
10:25:52	25	49.2065883, 28.4839016	Вул. Якова Шепеля.
10:26:04	34	49.2057233, 28.4834216	Вул. Якова Шепеля., 49
10:26:12	24	49.2051633, 28.4831633	Вул. Якова Шепеля., 53
10:26:14	21	49.2050583, 28.4830966	Вул. Якова Шепеля., 55а
10:26:17	18	49.2049349, 28.4829616	Вул. Якова Шепеля., 55
10:26:18	19	49.2049049, 28.4829016	Вул. Якова Шепеля., 57
10:26:24	31	49.2046983, 28.4823933	Вул. Грушева
10:26:34	21	49.2043433, 28.4814083	Вул. Грушева
10:26:40	10	49.2042183, 28.4811033	Вул. Грушева
10:26:41	9	49.2041933, 28.481085	Вул. Грушева
10:26:42	7	49.2041716, 28.4810816	Вул. Грушева
10:26:44	6	49.2041383, 28.4811	Вул. Грушева
10:26:45	6	49.2041266, 28.48112	Вул. Грушева
10:26:46	7	49.2041166, 28.4811466	Вул. Грушева
10:26:47	8	49.2041116, 28.4811783	Вул. Грушева
10:26:49	11	49.2041116, 28.4812666	Вул. Грушева
10:26:50	12	49.2041199, 28.4813116	Вул. Грушева
10:26:53	7	49.2041566, 28.4814166	Вул. Грушева

11:15:05	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:15:35	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:16:05	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:16:35	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:17:05	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:17:35	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:18:05	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:18:35	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:19:05	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:19:35	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:20:05	0	49.2041766, 28.481465	Вул. Грушева
11:20:11	6	49.204245, 28.4815083	Вул. Грушева
11:20:26	8	49.2044183, 28.4816316	Вул. Грушева
11:20:29	14	49.2044783, 28.48174	Вул. Грушева
11:20:32	18	49.20455, 28.481895	Вул. Грушева
11:20:37	22	49.2046783, 28.4822533	Вул. Грушева
11:20:42	21	49.2048033, 28.4826333	Вул. Грушева
11:20:47	16	49.2049266, 28.482925	Вул. Якова Шепеля., 55
11:20:49	21	49.2050016, 28.4830233	Вул. Якова Шепеля., 55
11:20:53	22	49.20521, 28.483185	Вул. Якова Шепеля., 53
11:21:09	26	49.2061216, 28.4836666	Вул. Якова Шепеля., 45
11:21:25	21	49.2070066, 28.4840933	Вул. Аграрна
11:21:33	21	49.207395, 28.4842966	Вул. Якова Гальчевського., 132
11:21:38	9	49.2075716, 28.4844216	Вул. Якова Гальчевського., 132
11:22:05	12	49.2076683, 28.4844283	Вул. Якова Гальчевського., 132
11:22:07	18	49.2077483, 28.48445	Вул. Якова Гальчевського.
11:22:13	29	49.2080983, 28.48464	Вул. Якова Гальчевського., 102
11:22:25	19	49.20894, 28.48509	Вул. Якова Гальчевського.
11:22:28	14	49.2090516, 28.485185	Вул. Якова Гальчевського.
11:22:31	0	49.2091033, 28.4852516	Вул. Якова Шепеля.
11:22:37	10	49.2091233, 28.485315	Вул. Якова Шепеля.
11:22:39	14	49.20913, 28.4854233	Вул. Якова Шепеля.
11:22:41	21	49.2091166, 28.485575	Вул. Якова Шепеля.
11:22:47	31	49.2090416, 28.4861116	Вул. Якова Шепеля.
11:22:54	20	49.2089266, 28.4868499	Вул. Якова Шепеля.
11:22:59	8	49.2088716, 28.4871166	Вул. Якова Шепеля.
11:23:12	10	49.2088649, 28.4872166	Вул. Якова Шепеля.
11:23:15	19	49.2088666, 28.4873983	Вул. Якова Шепеля.
11:23:27	29	49.2087733, 28.4886566	Вул. Якова Шепеля., 17
11:23:39	28	49.208715, 28.4901016	Вул. Якова Шепеля., 10
11:23:44	17	49.2086616, 28.4905433	Вул. Якова Шепеля., ба
11:23:47	7	49.208635, 28.4906816	Вул. Якова Шепеля., ба
11:24:16	0	49.208645, 28.490775	Вул. Якова Шепеля., ба
11:24:20	11	49.2086566, 28.49084	Вул. Якова Шепеля., ба
11:24:22	18	49.208665, 28.490955	Вул. Якова Шепеля., ба
11:24:26	29	49.2086583, 28.4913316	Вул. Якова Шепеля., 5
11:24:37	30	49.2086366, 28.4927433	Вул. Якова Шепеля.
11:24:46	20	49.2086216, 28.493615	Вул. Якова Шепеля.

11:24:59	15	49.208635, 28.4944499	вул. Данила Нечая
11:25:00	14	49.2086433, 28.494505	вул. Данила Нечая
11:25:01	12	49.2086583, 28.4945499	вул. Данила Нечая, 145
11:25:02	12	49.20868, 28.4945866	вул. Данила Нечая, 145
11:25:03	13	49.20871, 28.4946066	вул. Данила Нечая, 145
11:25:04	12	49.2087433, 28.4946116	вул. Данила Нечая, 145
11:25:05	14	49.2087816, 28.4946016	вул. Данила Нечая, 143
11:25:08	20	49.2089083, 28.4945333	вул. Данила Нечая, 143
11:25:18	7	49.2093133, 28.4942416	вул. Данила Нечая, 139
11:25:34	14	49.20939, 28.4941483	вул. Данила Нечая, 139
11:25:38	26	49.2095733, 28.494005	вул. Данила Нечая
11:25:47	37	49.2102266, 28.4934583	вул. Данила Нечая, 200
11:25:56	41	49.2110666, 28.4927533	вул. Данила Нечая, 192
11:26:01	31	49.21146, 28.492415	вул. Данила Нечая, 186
11:26:04	18	49.2116316, 28.4922649	вул. Данила Нечая, 186
11:26:06	8	49.2116916, 28.4922216	вул. Данила Нечая, 186
11:26:30	21	49.2118566, 28.492095	вул. Данила Нечая, 182
11:26:34	31	49.2120933, 28.4919199	вул. Данила Нечая, 178
11:26:44	40	49.2129033, 28.491195	вул. Данила Нечая, 166
11:26:49	36	49.2133216, 28.4908983	вул. Данила Нечая
11:26:54	41	49.213795, 28.4907333	вул. Данила Нечая, 99
11:27:03	41	49.2147633, 28.49069	вул. Данила Нечая, 89
11:27:11	29	49.2155349, 28.4906333	вул. Данила Нечая, 85
11:27:14	18	49.2157199, 28.490635	вул. Данила Нечая
11:27:16	8	49.2157816, 28.4906383	вул. Данила Нечая
11:27:41	14	49.2158583, 28.4906333	вул. Данила Нечая
11:27:43	16	49.215935, 28.490585	вул. Данила Нечая, 79
11:27:46	13	49.2160316, 28.49046	вул. Маріупольська
11:27:47	15	49.2160516, 28.4904083	вул. Маріупольська
11:27:48	16	49.2160633, 28.4903466	вул. Маріупольська
11:28:00	4	49.2161033, 28.4895166	вул. Маріупольська
11:28:22	16	49.2161016, 28.48931	вул. Маріупольська
11:28:26	27	49.216115, 28.4889616	вул. Маріупольська
11:28:35	37	49.2161549, 28.4877316	вул. Маріупольська
11:28:44	42	49.216195, 28.486325	вул. Маріупольська
11:28:50	38	49.2161366, 28.4853966	вул. Маріупольська
11:28:53	35	49.2160499, 28.485005	вул. Замкова, 133
11:28:57	24	49.2159366, 28.4845766	вул. Маріупольська
11:28:59	14	49.2158966, 28.4844533	вул. Маріупольська
11:29:02	0	49.215875, 28.4843666	вул. Маріупольська
11:29:14	11	49.2158466, 28.4843216	вул. Маріупольська
11:29:17	22	49.2157949, 28.4841366	вул. Маріупольська
11:29:21	32	49.215675, 28.483735	вул. Маріупольська
11:29:28	42	49.2153416, 28.4826666	вул. Маріупольська
11:29:36	40	49.215035, 28.4814966	вул. Маріупольська
11:29:40	38	49.2149833, 28.4808666	вул. Маріупольська
11:29:44	36	49.2150183, 28.4803	вул. Маріупольська
11:29:48	35	49.2150783, 28.479785	вул. Маріупольська

11:29:51	36	49.21519, 28.4794266	вул. Маріупольська
11:29:57	29	49.2154816, 28.4787799	вул. Маріупольська
11:30:00	26	49.2156316, 28.4785616	вул. Маріупольська
11:30:04	16	49.2158116, 28.4783666	вул. Маріупольська
11:30:07	3	49.2158716, 28.4783016	вул. Маріупольська
11:30:23	8	49.2159066, 28.47825	площа 8-го березня, 17
11:30:28	19	49.21603, 28.4780516	площа 8-го березня, 13
11:30:31	26	49.2161733, 28.4779033	2-й Маріупольський пер.
11:30:38	37	49.2166833, 28.4775166	2-й Маріупольський пер.
11:30:47	39	49.2174783, 28.4767216	площа 8-го березня, 6а
11:30:50	41	49.21768, 28.4763483	вул. 8-го березня, 23
11:30:59	37	49.2182116, 28.4751766	вул. 8-го березня, 22
11:31:02	37	49.2184083, 28.4748883	вул. 8-го березня, 9
11:31:11	42	49.2191016, 28.47395	вул. 8-го березня, 6
11:31:20	31	49.2197466, 28.473115	вул. Северина Наливайко, 19
11:31:30	21	49.2202566, 28.4725483	вул. Северина Наливайко
11:31:33	8	49.2203466, 28.4724716	вул. Северина Наливайко
11:31:52	18	49.2204799, 28.47233	вул. Северина Наливайко
11:31:54	24	49.2205749, 28.4722483	2-й пер. Северина Наливайко, 2
11:32:00	30	49.220985, 28.4720933	2-й пер. Северина Наливайко, 4
11:32:05	31	49.2213733, 28.47206	2-й пер. Северина Наливайко, 6
11:32:16	33	49.2223066, 28.4721516	Вул. Маяковского, 29
11:32:22	27	49.2227783, 28.4722333	вул. Синь водська.
11:32:26	26	49.22304, 28.4723783	вул. Синь водська.
11:32:37	16	49.2236349, 28.4727966	вул. Синь водська.
11:32:42	7	49.2237766, 28.4729083	вул. Синь водська.
11:33:07	6	49.2238616, 28.47291	вул. Синь водська.
11:33:08	7	49.2238799, 28.4729016	вул. Синь водська.
11:33:11	15	49.2239649, 28.472855	вул. Синь водська.
11:33:14	21	49.2240983, 28.4728066	вул. Синь водська.
11:33:22	23	49.2245533, 28.4725666	вул. Синь водська.
11:33:38	25	49.2254483, 28.471865	вул. Синь водська.
11:33:54	12	49.2262316, 28.4711966	вул. Синь водська.
11:33:58	0	49.2263016, 28.4711583	вул. Синь водська.
11:34:28	0	49.2263066, 28.4711533	вул. Синь водська.
11:34:29	12	49.2263783, 28.4710933	вул. Синь водська.
11:34:38	22	49.2267883, 28.4709783	вул. Замкова
11:34:50	31	49.2277533, 28.4708	Староміський міст
11:35:02	26	49.2286933, 28.4706133	Староміський міст
11:35:07	14	49.2289733, 28.4705616	вул. Миколи Оводова.
11:35:10	0	49.2290366, 28.4705416	вул. Миколи Оводова.
11:35:28	10	49.2291199, 28.4704783	вул. Миколи Оводова.
11:35:37	0	49.2293133, 28.47039	вул. Миколи Оводова.
11:35:46	9	49.2293483, 28.470385	вул. Миколи Оводова.
11:35:49	13	49.22944, 28.4703516	вул. Миколи Оводова., 97
11:35:54	16	49.2296083, 28.4702166	вул. Миколи Оводова., 97
11:35:58	23	49.2298116, 28.470155	вул. Миколи Оводова., 93
11:36:04	24	49.2301916, 28.4700583	вул. Миколи Оводова., 89

11:36:18	23	49.23108, 28.46966	вул. Миколи Оводова, 48
11:36:32	27	49.2319716, 28.4693533	вул. Миколи Оводова, 38
11:36:42	18	49.2325716, 28.4691383	вул. Миколи Оводова.
11:36:45	11	49.2326783, 28.469135	вул. Миколи Оводова.
11:36:48	0	49.2327399, 28.46914	вул. Миколи Оводова.
11:37:07	7	49.2329083, 28.4691583	вул. Соборна, 46
11:37:09	9	49.2329416, 28.469115	вул. Соборна, 48
11:37:10	9	49.2329533, 28.4690833	вул. Соборна, 48
11:37:11	9	49.23296, 28.46905	вул. Соборна, 48
11:37:12	8	49.2329633, 28.46901	вул. Соборна, 48
11:37:13	6	49.2329699, 28.4689766	вул. Соборна, 48
11:37:15	9	49.2329866, 28.468915	вул. Соборна, 48
11:37:20	16	49.2330683, 28.4686783	вул. Соборна, 50
11:37:25	13	49.2331283, 28.4684166	вул. Соборна, 52
11:37:31	1	49.2331949, 28.4682133	вул. Соборна, 56
11:38:01	0	49.2331983, 28.4681916	вул. Соборна, 56
11:38:03	6	49.2332033, 28.46806	вул. Соборна, 56
11:38:13	12	49.2332449, 28.4676466	вул. Соборна, 58
11:38:34	17	49.2334783, 28.466285	вул. Соборна, 71
11:38:52	22	49.2336966, 28.4649333	вул. Соборна, 75
11:39:03	22	49.2338416, 28.464105	вул. Соборна, 81
11:39:05	20	49.233905, 28.4640116	вул. Соборна, 81
11:39:08	13	49.2339283, 28.4639216	вул. Соборна, 81
11:39:16	3	49.2339533, 28.4636033	вул. Соборна, 85/19
11:39:42	13	49.2339916, 28.4631716	вул. Соборна, 74
11:40:06	13	49.2342133, 28.4618183	вул. Соборна, 89
11:40:11	9	49.2342516, 28.4616016	вул. Соборна, 84
11:40:40	4	49.234325, 28.4612933	вул. Соборна, 88
11:40:51	14	49.23431, 28.461025	вул. Соборна, 92
11:41:13	7	49.2342449, 28.4596266	вул. Соборна, 97
11:41:36	17	49.23419, 28.4592766	вул. Соборна, 96
11:41:44	23	49.234155, 28.4586233	вул. Соборна, 101/1
11:41:49	21	49.2340266, 28.4582366	вул. Соборна, 101/1
11:41:50	20	49.2339783, 28.4581783	вул. Пирогова
11:41:51	25	49.2338999, 28.4581383	вул. Пирогова
11:42:05	23	49.2330966, 28.4574416	вул. Пирогова
11:42:21	23	49.2323166, 28.456715	вул. Пирогова
11:42:26	19	49.2320799, 28.4565133	вул. Пирогова
11:42:34	9	49.2317966, 28.456235	вул. Пирогова
11:43:04	0	49.2316516, 28.4560783	вул. Пирогова
11:43:06	10	49.2316116, 28.4560383	вул. Пирогова
11:43:10	20	49.2314933, 28.4558716	вул. Пирогова, 6
11:43:20	30	49.231045, 28.4551083	вул. Пирогова, 10
11:43:34	25	49.2304166, 28.4540666	вул. Пирогова
11:43:41	15	49.2301899, 28.4536616	вул. Пирогова, 30
11:43:46	3	49.2301083, 28.4535116	вул. Пирогова, 36
11:44:13	13	49.2299683, 28.453255	вул. Пирогова, 40
11:44:20	21	49.2296816, 28.4528566	вул. Пирогова, 42

11:44:33	22	49.2291483, 28.452345	вул. Пирогова
11:44:45	9	49.2286266, 28.4515266	вул. Пирогова
11:44:48	8	49.2285783, 28.4514683	вул. Пирогова
11:44:50	18	49.22853, 28.4513733	вул. Пирогова
11:44:57	28	49.2282583, 28.4508533	вул. Пирогова
11:45:09	26	49.2276883, 28.4497449	вул. Пирогова
11:45:22	26	49.2270483, 28.44864	вул. Пирогова, 47
11:45:29	16	49.2268, 28.4482116	вул. Пирогова
11:45:34	4	49.22671, 28.4480783	вул. Пирогова
11:46:03	0	49.226695, 28.4480566	вул. Пирогова
11:46:27	10	49.2266449, 28.4479716	вул. Пирогова
11:46:31	20	49.2265366, 28.4477916	вул. Пирогова
11:46:48	18	49.2259133, 28.4467416	вул. Пирогова
11:46:55	14	49.2257033, 28.4463749	вул. Пирогова, 62
11:47:01	0	49.2256316, 28.4461949	вул. Пирогова, 62
11:47:07	6	49.2256116, 28.4461683	вул. Пирогова, 62
11:47:26	6	49.22552, 28.4460666	вул. Пирогова, 62
11:47:35	19	49.2253783, 28.4459433	вул. Пирогова, 64
11:47:39	30	49.2251866, 28.4456883	вул. Пирогова, 64
11:47:49	34	49.2245099, 28.4447416	вул. Данила Галицького
11:48:00	31	49.2237599, 28.443895	вул. Пирогова
11:48:08	20	49.2233016, 28.4434066	вул. Пирогова, 76
11:48:23	10	49.2228616, 28.44286	вул. Пирогова, 78
11:48:26	0	49.2228333, 28.4428166	вул. Пирогова, 78
11:48:41	10	49.222795, 28.44278	вул. Пирогова, 78
11:48:45	22	49.2226516, 28.4426433	вул. Пирогова, 78
11:48:56	32	49.2220266, 28.441955	вул. Пирогова, 80
11:49:07	32	49.2212699, 28.4411333	вул. Пирогова, 86
11:49:15	22	49.22083, 28.4406416	вул. Пирогова, 90
11:49:25	10	49.2204733, 28.4402533	вул. Пирогова
11:49:29	0	49.2204133, 28.4401966	вул. Пирогова
11:49:43	10	49.22038, 28.4401583	вул. Пирогова, 96
11:49:46	20	49.2202849, 28.440055	вул. Пирогова, 96
11:49:51	31	49.2200183, 28.4397549	вул. Пирогова, 100
11:50:02	32	49.219275, 28.4389166	вул. Пирогова, 108
11:50:15	24	49.2184966, 28.4380433	вул. Пирогова
11:50:22	14	49.2183, 28.4377666	вул. Пирогова, 112а
11:50:25	0	49.2182699, 28.4377183	вул. Пирогова, 112а
11:50:55	0	49.2182666, 28.4377116	вул. Пирогова, 112а
11:51:11	11	49.21822, 28.43766	вул. Пирогова, 112а
11:51:19	0	49.2180366, 28.437465	вул. Пирогова, 120
11:51:20	0	49.2180316, 28.43746	вул. Пирогова, 120
11:51:50	0	49.2180316, 28.43746	вул. Пирогова, 120
11:52:01	6	49.2180016, 28.43743	вул. Пирогова, 120
11:52:03	12	49.2179583, 28.4373816	вул. Пирогова, 120
11:52:07	8	49.2178566, 28.4372766	вул. Пирогова, 120
11:52:10	6	49.2178233, 28.43722	вул. Пирогова, 120
11:52:12	7	49.2178183, 28.4371716	вул. Константина Василенко

11:52:13	10	49.2178233, 28.4371366	вул. Константина Василенко
11:52:15	16	49.21786, 28.4370483	вул. Константина Василенко
11:52:19	26	49.2180133, 28.436755	вул. Константина Василенко
11:52:28	14	49.2183299, 28.4360733	вул. Константина Василенко
11:52:31	0	49.2183683, 28.4359966	вул. Константина Василенко
11:52:44	12	49.2184066, 28.4359466	вул. Константина Василенко
11:52:49	22	49.21854, 28.4356666	вул. Константина Василенко
11:53:04	21	49.2190783, 28.434515	вул. Константина Василенко
11:53:06	23	49.2191133, 28.4343533	вул. Константина Василенко
11:53:11	23	49.2191299, 28.4338749	вул. Константина Василенко
11:53:16	16	49.2191383, 28.433495	вул. Константина Василенко
11:53:18	13	49.2191583, 28.4333883	вул. Константина Василенко
11:53:20	10	49.2191716, 28.4333016	вул. Константина Василенко
11:53:23	0	49.2191716, 28.4332249	вул. Константина Василенко
11:53:37	7	49.2191599, 28.43316	вул. Константина Василенко
11:53:40	15	49.2191516, 28.4330316	вул. Константина Василенко
11:53:44	25	49.2191483, 28.4327099	вул. Константина Василенко
11:53:57	32	49.2191633, 28.4312666	вул. Константина Василенко
11:54:01	32	49.2191666, 28.4307799	вул. Константина Василенко
11:54:05	20	49.2191783, 28.4303616	вул. Константина Василенко
11:54:08	10	49.2192066, 28.4301933	вул. Константина Василенко
11:54:11	0	49.2192183, 28.430135	вул. Константина Василенко
11:54:27	6	49.219185, 28.4299716	вул. Константина Василенко
11:54:28	8	49.2191683, 28.4299366	вул. Константина Василенко
11:54:31	16	49.2191216, 28.42978	вул. Константина Василенко
11:54:32	21	49.2191266, 28.4296616	вул. Константина Василенко
11:54:35	28	49.21914, 28.4293433	вул. Константина Василенко
11:54:37	26	49.2191733, 28.429145	вул. Константина Василенко
11:54:49	30	49.2192983, 28.42775	вул. Константина Василенко
11:54:56	19	49.21931, 28.4270833	вул. Константина Василенко
11:54:57	17	49.2193166, 28.4270216	вул. Константина Василенко
11:54:58	16	49.2193316, 28.42697	вул. Константина Василенко
11:54:59	15	49.2193549, 28.4269216	вул. Константина Василенко
11:55:01	15	49.2194033, 28.4268216	вул. 600-річчя
11:55:02	16	49.21944, 28.4267899	вул. 600-річчя
11:55:04	17	49.2195233, 28.4267383	вул. 600-річчя
11:55:06	20	49.2196133, 28.4267083	вул. 600-річчя
11:55:18	8	49.2201483, 28.4265966	вул. 600-річчя, 27а
11:55:42	11	49.220225, 28.42654	вул. 600-річчя, 27а
11:55:45	18	49.2203466, 28.4264716	вул. 600-річчя, 78
11:55:47	21	49.2204399, 28.4264566	вул. 600-річчя, 78
11:55:59	29	49.2213483, 28.4264266	вул. 600-річчя
11:56:11	30	49.2222849, 28.4263133	вул. 600-річчя
11:56:23	28	49.2232233, 28.4262066	вул. 600-річчя, 60
11:56:35	31	49.2241483, 28.4260849	вул. 600-річчя, 52
11:56:40	21	49.2245383, 28.4260033	вул. 600-річчя, 52
11:56:44	11	49.2247199, 28.4259949	вул. 600-річчя
11:56:47	0	49.22477, 28.4259983	вул. 600-річчя

11:57:17	0	49.2247749, 28.426	вул. 600-річчя
11:57:28	8	49.224965, 28.4259833	вул. 600-річчя
11:57:29	10	49.2249849, 28.4259716	вул. 600-річчя
11:57:30	11	49.2250083, 28.4259483	вул. 600-річчя
11:57:31	12	49.2250266, 28.4259083	вул. Келецька
11:57:33	14	49.2250533, 28.42582	вул. Келецька
11:57:35	18	49.2250716, 28.4256916	вул. Келецька
11:57:39	12	49.2251, 28.4254216	вул. Келецька
11:57:41	8	49.2251233, 28.4253366	вул. Келецька
11:57:42	6	49.225135, 28.42532	вул. Келецька
11:57:59	15	49.2251416, 28.4252049	вул. Келецька, 49/50
11:58:03	26	49.2251033, 28.424835	вул. Келецька, 60
11:58:07	34	49.2250816, 28.4243316	вул. Келецька
11:58:12	33	49.22512, 28.4236616	вул. Келецька
11:58:23	30	49.225135, 28.4222149	вул. Келецька, 64
11:58:31	18	49.2251533, 28.421355	вул. Келецька
11:58:34	5	49.22515, 28.4212249	вул. Келецька
11:58:54	9	49.2251533, 28.4210483	вул. Келецька
11:58:56	19	49.225115, 28.4208566	вул. Келецька
11:58:59	28	49.22504, 28.4205883	Космонавтов пр.
11:59:01	25	49.2250666, 28.4203666	вул. Келецька
11:59:15	15	49.2251733, 28.4190816	вул. Келецька
11:59:21	6	49.225175, 28.4188183	вул. Келецька, 66
11:59:39	16	49.2251549, 28.4186316	вул. Келецька, 66
11:59:44	27	49.2251283, 28.4182183	вул. Келецька
11:59:56	33	49.2251233, 28.4167416	вул. Келецька, 72
12:00:04	36	49.2251733, 28.4156733	вул. Келецька
12:00:14	33	49.2253833, 28.414315	вул. Келецька, 69а
12:00:25	27	49.22566, 28.4130016	вул. Келецька
12:00:28	16	49.225705, 28.4127583	вул. Келецька
12:00:31	6	49.2257266, 28.4126466	вул. Келецька
12:01:01	0	49.2257316, 28.4126116	вул. Келецька
12:01:31	0	49.2257316, 28.4126116	вул. Келецька
12:01:33	10	49.225735, 28.4125683	вул. Келецька
12:01:44	0	49.2257933, 28.4121166	вул. Келецька
12:02:13	0	49.2257516, 28.4119866	пр. Юності
12:02:22	10	49.2257183, 28.4119366	пр. Юності
12:02:23	9	49.2256949, 28.41192	пр. Юності
12:02:26	11	49.2256166, 28.4118833	пр. Юності
12:02:31	22	49.2254216, 28.411845	пр. Юності
12:02:34	21	49.2252666, 28.4117566	пр. Юності
12:02:40	11	49.2250149, 28.4116266	пр. Юності
12:02:43	0	49.2249599, 28.411635	пр. Юності
12:03:05	7	49.22491, 28.41163	пр. Юності
12:03:09	16	49.2247899, 28.4116233	пр. Юності
12:03:13	26	49.2245766, 28.411545	пр. Юності
12:03:26	30	49.2236683, 28.4111883	пр. Юності
12:03:38	32	49.2227349, 28.410865	пр. Юності

12:03:50	27	49.2218216, 28.4105283	пр. Юності
12:03:55	16	49.2215466, 28.4104383	пр. Юності
12:03:59	6	49.2214466, 28.4104116	пр. Юності
12:04:09	18	49.2212733, 28.4103433	пр. Юності
12:04:14	28	49.220985, 28.4102266	пр. Юності
12:04:25	33	49.2200583, 28.4099033	пр. Юності
12:04:30	23	49.2197016, 28.4097616	пр. Юності
12:04:33	13	49.2195616, 28.4097066	пр. Юності
12:04:36	0	49.2195, 28.4096833	пр. Юності
12:04:51	12	49.2194616, 28.4096716	пр. Юності
12:04:54	22	49.2193333, 28.4096316	пр. Юності
12:04:59	33	49.2189816, 28.4095066	пр. Юності
12:05:09	39	49.2180633, 28.409125	пр. Юності
12:05:20	30	49.2171566, 28.4087966	пр. Юності
12:05:23	25	49.21697, 28.408655	пр. Юності
12:05:26	26	49.21682, 28.4084616	пр. Юності
12:05:29	29	49.216685, 28.40821	вул. Пирогова
12:05:33	32	49.2165466, 28.407775	вул. Пирогова
12:05:38	22	49.216405, 28.4072599	вул. Пирогова
12:05:40	18	49.2163766, 28.407105	вул. Пирогова
12:05:44	6	49.2163516, 28.40692	вул. Пирогова
12:06:00	6	49.2163283, 28.4068516	вул. Пирогова
12:06:04	15	49.2162666, 28.4067166	вул. Пирогова
12:06:06	21	49.2162299, 28.4065766	вул. Пирогова
12:06:10	26	49.2161783, 28.4061983	вул. Пирогова
12:06:17	38	49.2161316, 28.4052483	вул. Пирогова
12:06:21	38	49.216105, 28.404805	вул. Подільська
12:06:26	43	49.215845, 28.4039249	вул. Пирогова
12:06:35	41	49.215485, 28.4026816	вул. Пирогова
12:06:44	38	49.2148783, 28.4016316	вул. Пирогова, 159
12:06:52	24	49.2145566, 28.40071	вул. Пирогова
12:06:54	17	49.214535, 28.4005616	вул. Леоніда Кадеюка
12:06:55	15	49.2145299, 28.4004983	вул. Леоніда Кадеюка
12:06:56	14	49.2145416, 28.4004416	вул. Леоніда Кадеюка
12:06:59	12	49.214575, 28.4002933	вул. Пирогова, 290
12:07:05	0	49.2146483, 28.40017	вул. Пирогова, 290
12:07:34	0	49.2146483, 28.4001633	вул. Пирогова, 290
12:07:35	8	49.2146433, 28.4000966	вул. Пирогова, 290
12:07:39	19	49.2146849, 28.39987	вул. Пирогова, 290
12:07:47	31	49.2149366, 28.3992066	вул. Пирогова, 163
12:07:53	31	49.2151416, 28.398615	вул. Пирогова, 302
12:08:05	32	49.2155549, 28.3972516	вул. Пирогова, 310
12:08:17	28	49.2159433, 28.3959283	вул. Пирогова, 181
12:08:22	17	49.2160649, 28.3955316	вул. Пирогова, 324а
12:08:25	10	49.216115, 28.3953883	вул. Пирогова, 324а
12:08:26	7	49.2161233, 28.39536	вул. Пирогова, 324а
12:08:47	13	49.2161483, 28.3952533	вул. Пирогова, 324а
12:08:49	16	49.2161883, 28.3951483	вул. Пирогова, 324а

12:08:56	21	49.2162983, 28.3946533	вул. Пирогова, 326
12:08:59	21	49.2163566, 28.3944033	вул. Пирогова, 328
12:09:03	22	49.216435, 28.3940866	вул. Пирогова, 330
12:09:07	21	49.2165083, 28.3937816	вул. Пирогова, 332
12:09:10	20	49.21656, 28.3935533	вул. Пирогова, 336а
12:09:23	21	49.2166233, 28.3924483	вул. Пирогова, 338
12:09:30	23	49.216645, 28.391795	вул. Пирогова, 340
12:09:39	16	49.2167316, 28.3910116	вул. Пирогова
12:09:41	11	49.2167433, 28.3909	вул. Пирогова, 348
12:09:42	13	49.2167383, 28.39084	вул. Пирогова, 348
12:09:44	12	49.2167183, 28.3907383	вул. Пирогова, 348
12:09:45	13	49.2167016, 28.3906933	вул. Пирогова, 348
12:09:47	12	49.2166466, 28.3906133	вул. Пирогова, 348
12:09:48	12	49.2166166, 28.390595	вул. Пирогова, 348
12:09:53	0	49.2165149, 28.3905116	2-й Вишне вского пер.
12:10:23	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:10:53	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:10:58	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:11:29	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:11:59	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:12:29	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:12:59	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:13:29	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:13:59	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:14:29	0	49.216505, 28.390505	2-й Вишне вского пер.
12:14:42	8	49.216505, 28.3904333	2-й Вишне вского пер.
12:15:12	0	49.216505, 28.3904333	2-й Вишне вского пер.
12:15:42	0	49.216505, 28.3904333	2-й Вишне вского пер.
12:16:12	0	49.216505, 28.3904333	2-й Вишне вского пер.
12:16:43	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.
12:17:13	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.
12:17:16	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.
12:17:47	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.
12:18:17	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.
12:18:46	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.
12:19:16	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.
12:19:47	0	49.2165133, 28.39042	2-й Вишне вского пер.

Додаток А (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ
ВИКОРИСТАННЯМ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ДЛЯ АВТОБУСІВ
КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА
КОМПАНІЯ»

(Назва магістерської кваліфікаційної роботи)

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

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В ТРАНСПОРТНІЙ
МЕРЕЖІ МІСТА ВІННИЦЯ ПРИ НАДАННІ ПРІОРИТЕТУ ДЛЯ
ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)



Керівник роботи к.т.н., доцент

Галушак О.О.

Розробив студент гр. ІТТ-22мз

Ясінський Б.Р.

Вінниця ВНТУ 2024

Мета і завдання дослідження

Мета роботи – покращення ефективності пасажирських перевезень в місті наданням пріоритету громадському транспорту на окремих ділянках транспортної мережі.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- проаналізувати стан проблеми з вивчення витрат часу на переміщення залежно від планувальних рішень вулично-дорожньої та транспортної мереж, характеристик транспортного потоку та режимів регулювання руху;
- проаналізувати особливості затримок у транспортних потоках міст;
- дослідити транспортну мережу м. Вінниця;
- дослідити затримки транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста;
- провести експериментальні дослідження на транспортній мережі щодо швидкості руху громадського транспорту;
- визначення ефективності запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження – процес проїзду громадським транспортом окремих ділянок транспортної мережі.

Предмет дослідження – закономірності в зміні затримок руху громадського транспорту на окремих ділянках транспортної мережі.

Новизна одержаних результатів.

- удосконалено методику оцінки показників транспортних потоків для різних ділянок магістральної транспортної мережі;
- запропонована зміна в організації дорожнього руху на ділянці від зупинки громадського транспорту «Ринок «Урожай»» до перехрестя з вул. Малиновського.

Муніципальні автобуси комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»



В автобусному парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» експлуатуються 6 моделей автобусів великої пасажиромісткості та 1 модель автобусів середньої пасажиромісткості

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ

Основні чинники, які впливають на рух громадського транспорту у транспортному потоці

Основні чинники, що
впливають на рух
громадського транспорту в
потоці

Інтенсивність транспортного потоку
(рівень завантаження дороги рухом)

Світлофорне регулювання на
перехрестях (рівень пріоритету для
громадського транспорту)

Геометричні параметри вулиці

Система громадського транспорту у містах

Швидкісні маршрути:

інтервали в русі – 4-6 хв;

швидкість – більше 25 км/год;

територія – основні частини міста;

принципи формування: зменшення часу в дорозі зменшенням кількості зупинкових пунктів, збільшення кількості спеціалізованих смуг руху та наявність пріоритету для громадського транспорту

Основні маршрути:

-інтервали в русі – 10-15 хв;

-види транспорту – автобуси, тролейбуси;

-територія – основна та центральна частина міста;

-принципи формування: незалежні автобусні та тролейбусні маршрути

Підвізні маршрути:

-інтервали в русі – залежно від величини пасажиропотоку;

-види транспорту – автобуси різної місткості;

-територія – периферійна частина міста, передмістя (автобуси малої місткості);

-принципи формування: перехоплюючі парковки; доступ до швидкісних та основних маршрутів,

Особливості затримок у транспортних потоках міст

Термін	Означення
Затримка через геометричні параметри вулично-дорожньої мережі	Компонент затримки, коли геометричні параметри вулиці спричиняють зменшення швидкості транспортних засобів
Затримка через ДТП	Компонент затримки, який виникає через ДТП, порівнюється з умовами без ДТП
Затримка у транспортному потоці	Компонент затримки, який виникає, коли взаємодія між учасниками дорожнього руху змушує водіїв зменшити швидкість руху транспортних засобів до нижчої, ніж швидкість в умовах вільного руху
Затримка на регульованих об'єктах	Загальний додатковий час в дорозі для водіїв, пасажирів та пішоходів, який виникає у результаті заходів світлофорного регулювання та взаємодії з іншими учасниками дорожнього руху, поділений на кількість транспортних засобів, які виїжджають з певного напрямку; вимірюється шляхом порівняння з нерегульованими умовами
Наростаюча затримка	Затримка на регульованих об'єктах, яка виникає при випадковому прибутті транспортних засобів та тимчасових випадкових затримках або затримка, спричинена стійкими періодами перенасичення
Затримка початкової черги	Затримка на регульованих об'єктах, яка виникає через черги транспортних засобів, які утворилися в попередньому світлофорному циклі та залишаються на початку поточного циклу. Виникає через недостатню тривалість додаткового часу, який необхідний для проходження початкової черги
Рівномірна затримка	Компонент затримки на регульованих об'єктах, з урахуванням рівномірного прибуття транспортних засобів
Затримка напрямку	Затримка на регульованих об'єктах для певного напрямку
Сумарна затримка	Сума затримок для різних смуг, зазвичай об'єднаних підходом, перехрестям або магістральним маршрутом
Загальна затримка	Сума всіх компонентів затримки для будь-якого напрямку, включно з затримкою на регульованих об'єктах, затримку у транспортних потоках, затримку через геометричні параметри вулично-дорожньої мережі та через ДТП

Особливості затримок у транспортних потоках міст

Витрати часу на затримку руху:

$$T_{\text{зсум}} = T_{\text{зі}} - T_{\text{зіj}}$$

$T_{\text{зі}}$ – витрати часу, пов'язані із затримками на перехрестях, год;

$T_{\text{зіj}}$ – витрати часу, пов'язані із затримками на ділянках вулично-дорожньої мережі між перехрестями, год.

Модель Вебстера описує затримки таким рівнянням:

$$d = \frac{T_y(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2N(1-x)} - 0,65\left(\frac{T_y}{N^2}\right)^{1/3} \times x^{(2+5\lambda)},$$

d – середня затримка, що припадає на один транспортних засобів, од/с;

T_y – світлофорного циклу, с;

λ – відношення тривалості зеленого сигналу світлофора у певній фазі до тривалості світлофорного циклу;

x – ступінь насичення;

N – інтенсивність прибуття транспортних засобів до перехрестя, од/с.

Витрати часу на затримками на перехрестях:

$$T_{\text{зі}} = \frac{\sum_{i=1}^k \overline{f_{ij}} \cdot N_{ij}}{\sum_{i=1}^k N_{ij}} \cdot N_{ij},$$

$\overline{f_{ij}}$ – середня затримка руху транспортних потоків в j напрямку руху, км/год;

N_{ij} – інтенсивність руху транспортних потоків на ділянці мережі, од/год.

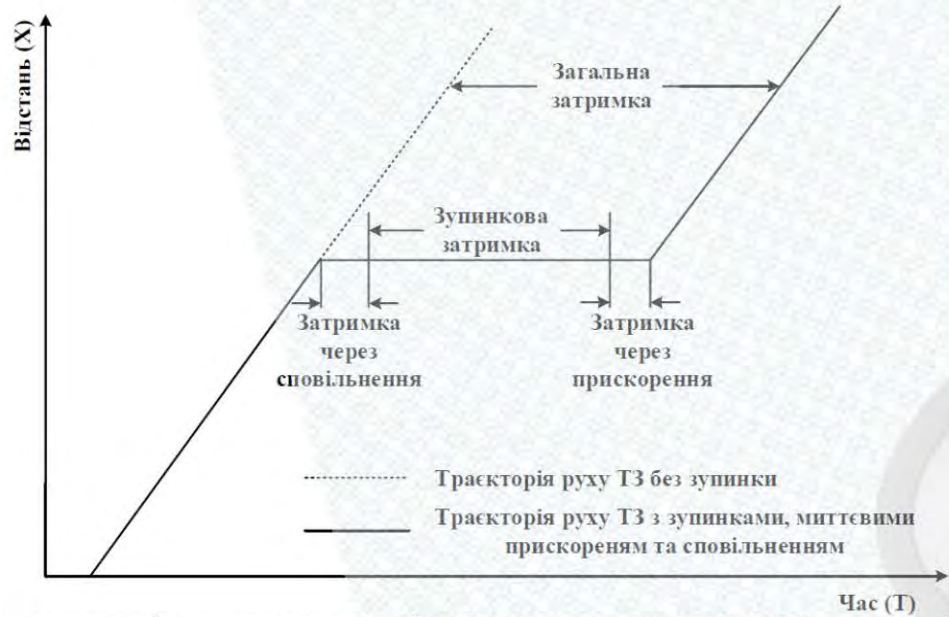
Витрати часу, пов'язані з затримками на ділянках вулично-дорожньої мережі:

$$T_{\text{зіj}} = \frac{L_{ij}}{V_{\Phi ij}} \cdot N_{ij},$$

L_{ij} – довжина ділянки мережі, км;

$V_{\Phi ij}$ – фактична швидкість руху ТП, км/год.

Схема утворення транспортних затримок на регульованих перехрестях



Тривалість проїзду ділянки транспортної мережі

$$T = t_{\text{д.н.}} + t_{\text{р.н.}} + t_{\text{р.н.н.}} + t_{\text{н.н.}} + t_{\text{н.н.н.}} + t_{\text{з.н.}} \rightarrow \min,$$

де T — час, необхідний для проїзду магістральної вулиці;

$t_{\text{д.н.}}$ — час, необхідний для проїзду ділянок між перехрестями;

$t_{\text{р.н.}}$ — час, необхідний для проїзду регульованого перехрестя;

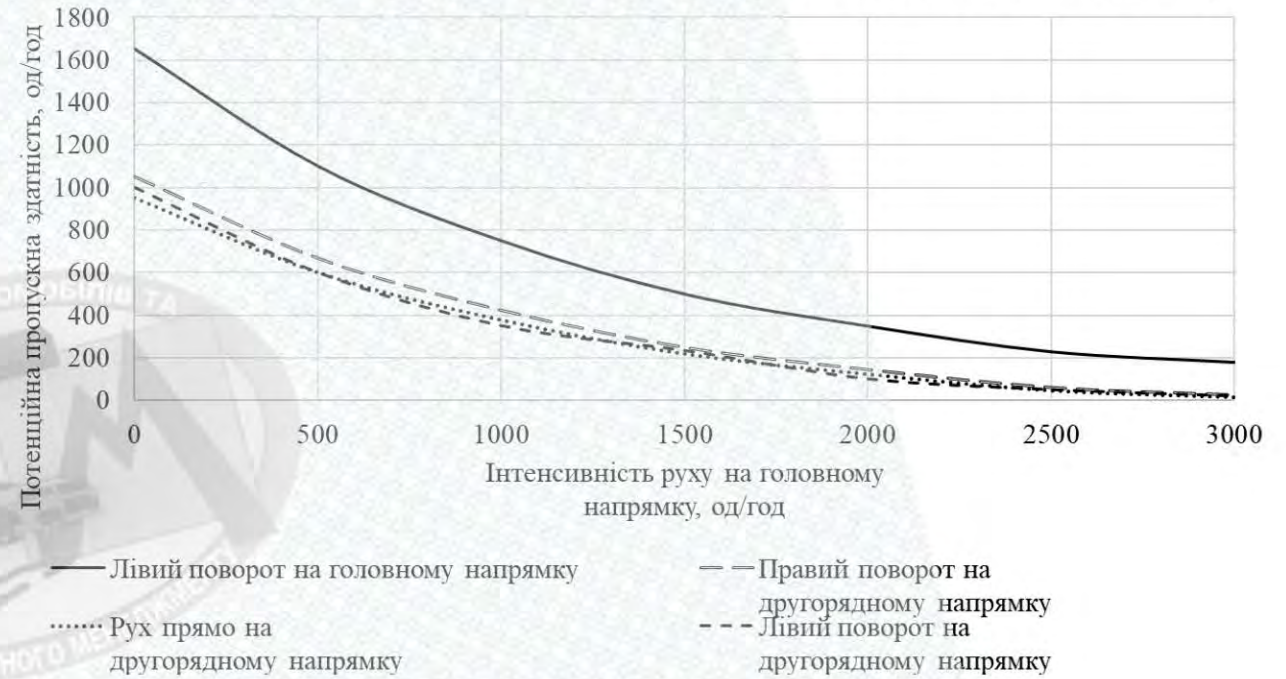
$t_{\text{р.н.н.}}$ — час, необхідний для проїзду регульованих пішохідних переходів;

$t_{\text{н.н.}}$ — час, необхідний для проїзду нерегульованих перехресть;

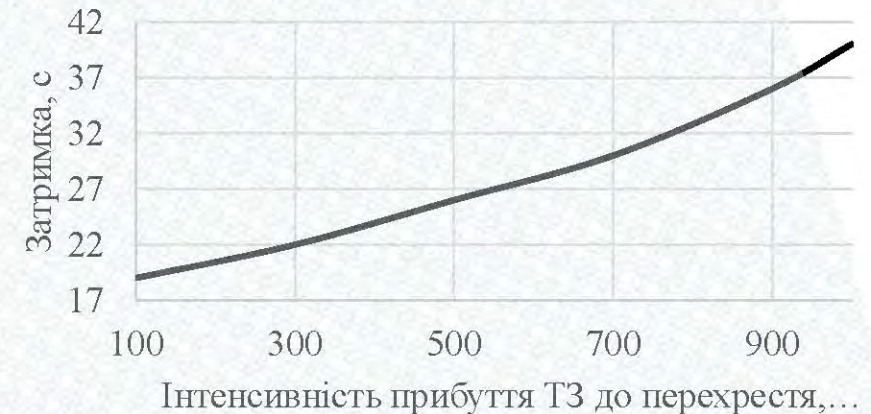
$t_{\text{н.н.н.}}$ — час, необхідний для проїзду нерегульованих пішохідних переходів;

$t_{\text{з.н.}}$ — час, необхідний для проїзду зупиночного пункту громадським транспортом.

Зміна пропускної здатності другорядних напрямків в залежності від інтенсивності руху на головному напрямку

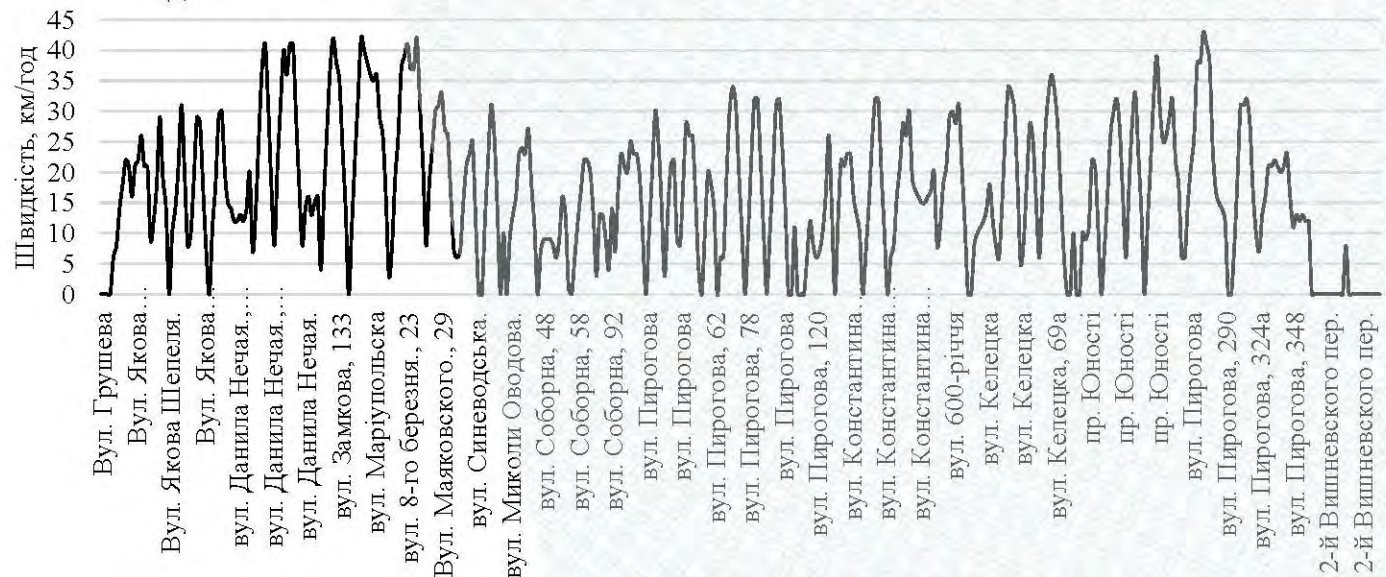
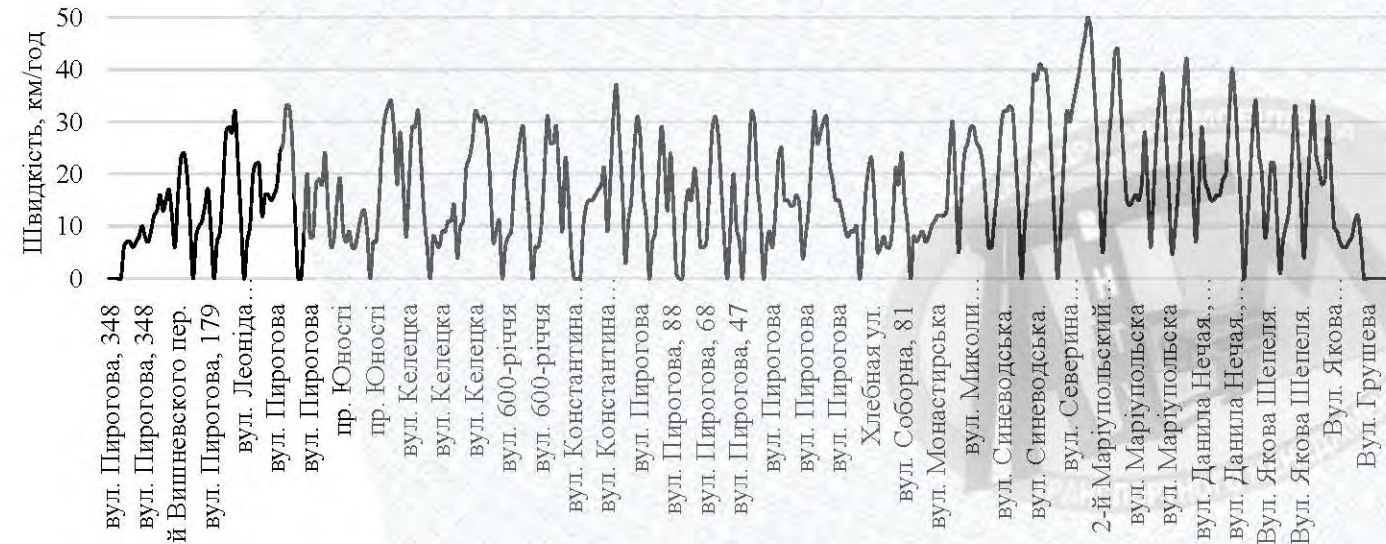


Залежність величини затримки від інтенсивності прибуття транспортних засобів до перехрестя



Дослідження затримок транспортних потоків на ділянках транспортної мережі міста

Швидкість руху муніципального автобуса за маршрутом 7 в прямому та зворотному напрямках



Дані про рух муніципального автобуса за маршрутом №7 м. Вінниці

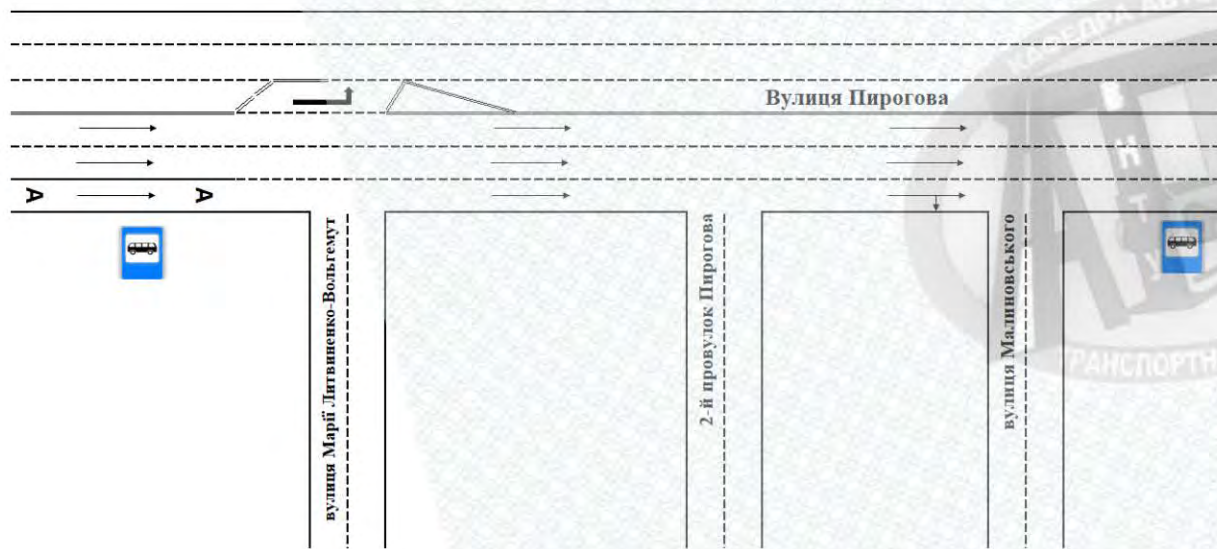
Час,	Швидкість км/год	Координати	Місцезнаходження
9:57:12	15	49.217835, 28.4372566	вул. Пирогова, 120
9:57:13	15	49.2178366, 28.4373166	вул. Пирогова, 120
9:57:14	16	49.217845, 28.4373783	вул. Пирогова, 120
9:57:15	17	49.2178633, 28.4374383	вул. Пирогова, 120
9:57:16	18	49.2178883, 28.43749	вул. Пирогова
9:57:22	21	49.2181233, 28.4377833	вул. Пирогова
...	...	...	...

Схема автобусного маршруту 7

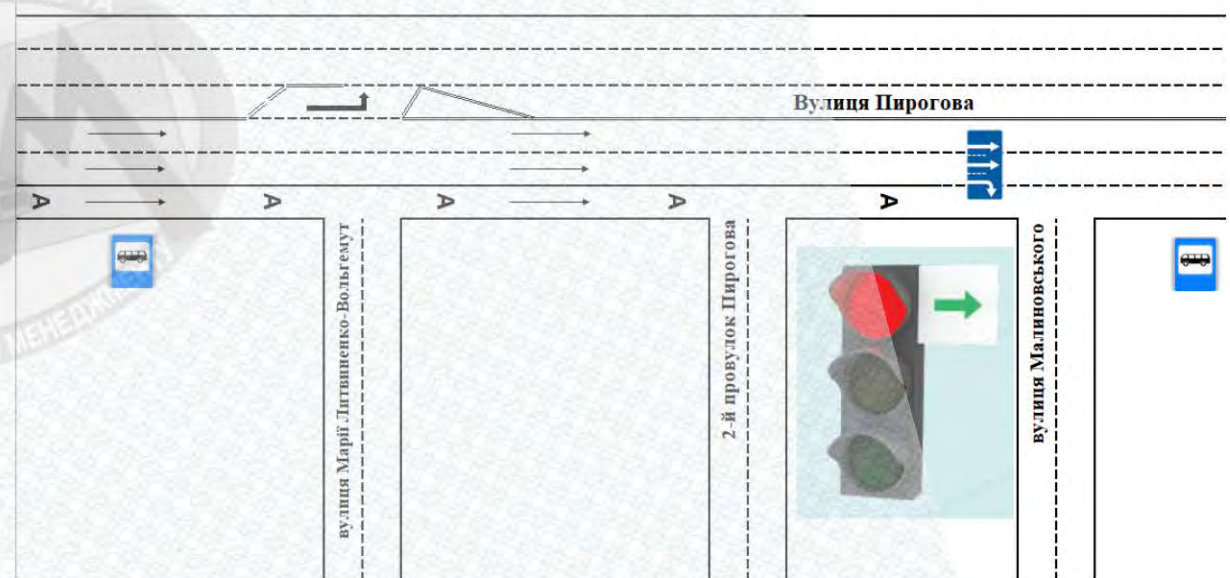


ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПО ВУЛ. ПИРОГОВА

Фактична організація дорожнього руху



Запропонована організація дорожнього руху

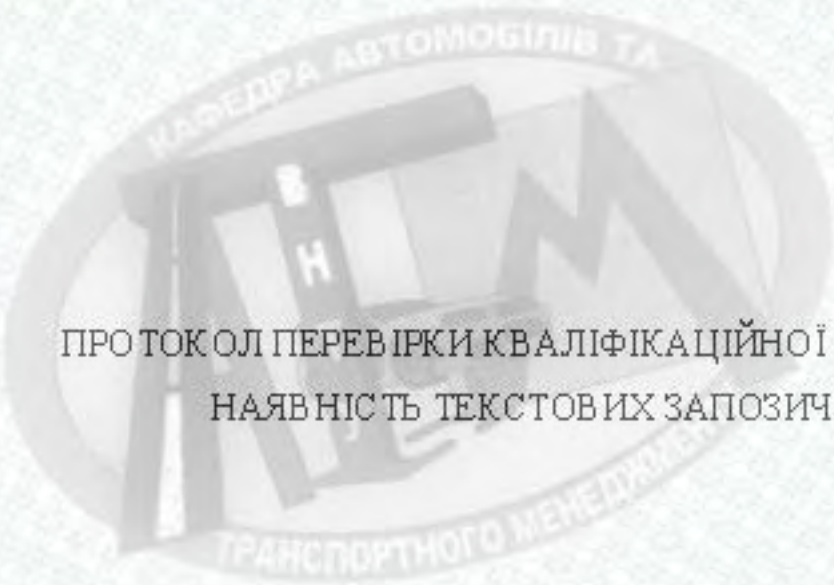


Час затрачений на рух по ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова» з урахуванням зупинки на світлофорі в час пік сягає 8 хв. Після впровадження запропонованих змін цей час буде складати від 1 хв 40с. до 2 хв. 30 с.

Висновки

1. Головними чинниками, які впливають на рух громадського транспорту, є інтенсивність транспортних потоків, спосіб регулювання дорожнього руху, а також геометричні параметри та щільність вулично-дорожньої мережі. Підвищення ефективності функціонування громадського транспорту досягається організаційними та регуляторними заходами, основними серед яких є: облаштування виділених смуг руху для громадського транспорту; обмеження паркування біля краю проїжджої частини; надання громадського транспорту пріоритету на регульованих ділянках; заборона поворотних маневрів на перехрестях; спосіб облаштування зупинок громадського транспорту.
2. Причиною найбільших втрат часу є насичені транспортні потоки та режим роботи світлофорного регулювання, зупинки та стоянки транспортних засобів на проїжджій частині.
3. Основними чинниками, які спричиняють затримки руху транспортних засобів на регульованих перехрестях та пішохідних переходах є інтенсивність руху транспортних потоків, параметри світлофорного циклу та геометричними характеристиками перехрестя.
4. На утворення затримок у зоні дії зупинок громадського транспорту впливає інтенсивність руху загального транспортного потоку та громадського транспорту і тривалість технологічної затримки під час посадки- висадки пасажирів.
5. Тривалість проїзду ділянки транспортної мережі залежить від сумарної тривалості проїзду всіх її «критичних ділянок», інтенсивності руху транспортної мережі та середньої швидкості руху транспортних засобів на смугах.
6. За допомогою системи GPS-моніторингу визначено час проїзду громадським транспортом транспортною мережею м. Вінниця за маршрутами, що дозволило визначити швидкості сполучення.
8. Запропоновано на ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова» виділити окрему смугу для руху громадського транспорту, оскільки ширина проїзної частини (3 смуги) дозволяють це зробити, а пропускної здатності двох смуг, які залишились, достатньо.
9. При впровадженні смуги для громадського транспорту час руху, на відповідній ділянці, при виникненні заторів буде такий же як і без заторів. Економія часу на рух між зупиночними пунктами буде складати до 6 хв. Це забезпечить вагомий соціальний ефект, зменшення забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами та кількості спожитого палива муніципальними автобусами.
10. Розглянуто основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Додаток Б (обов'язковий)



ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Зменшення затримок транспортних потоків в транспортній мережі міста Вінниця при наданні пріоритету для громадського транспорту

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 84,1 % Схожість 15,9 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

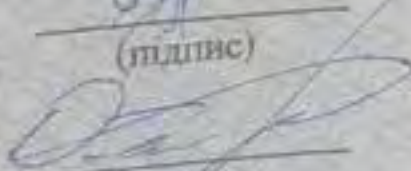
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Ясінський Б.Р.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Галушак О.О.
(прізвище, ініціали)