

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПІДВИЩЕННЯ
БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОБУСІВ НА МАРШРУТІ № 14 МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-310

Спеціальності 275 Транспортні технології
(за видами)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Організація перевезень і логістичне управління
на автомобільному транспорті»

КАРПЕНКО Є.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник РАЙДА І.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент АРТЮХ О.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Транспортний
 Кафедра «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти бакалавр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на автомобільному транспорті»
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

« 20 » травня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

КАРПЕНКА Євгенія Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення організації перевезень та підвищення безпеки руху автобусів на маршруті № 14 міста Запоріжжя
 керівник проекту (роботи) РАЙДА Ігор Михайлович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) паспорт автобусного маршруту №14, існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі схеми організації дорожнього руху.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина, 2 Розрахункова частина, 2.1 Підвищення рівня організації пішохідного руху на перехресті, 2.1.1 Роль організації пішохідного руху в безпеці транспортного вузла, 2.1.2 Аспекти організації руху на пішохідних переходах, 2.1.3 Організація пішохідного руху повздовж доріг, 2.2 Приведення режимів регулювання у відповідність до наявних обсягів руху, 2.2.1 Сучасні аспекти регулювання перехресть, 2.2.2 Перевірка необхідності корегування режимів роботи світлофорів на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровсь-ка, 2.3 Усунення недоліків в організації дорожнього руху на перехресті, 3 Економічна частина

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	РАЙДА І.М., старш. викл.		
2	РАЙДА І.М., старш. викл.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш.викл.		

7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Євгеній КАРПЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 61 стор., 22 табл., 20 рис., 8 використаних джерел.

АВТОБУСНИЙ МАРШРУТ, БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНІЙ ЗНАК, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ, ОБСЯГИ РУХУ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХІДНА ОГОРОЖА, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД, ПІШОХОДИ, РЕЖИМИ РЕГУЛЮВАННЯ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК

Об'єкт дослідження – автобусний маршрут № 14 міста Запоріжжя.

Мета роботи – поліпшення організації перевезень пасажирів шляхом підвищення рівня безпеки перевезень.

Метод дослідження – аналітичний.

В дипломній роботі розглянутий автобусний маршрут № 14 міста Запоріжжя, запропоновано ряд заходів для підвищення загальної безпеки пасажирів.

Розглянуті питання організації дорожнього руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська. Зібрані основні характеристики транспортних та пішохідних потоків на зазначеному перехресті. Визначена потенційна складність цього перехрестя.

Приділено увагу значному підвищенню безпеки пішохідного руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська. Зроблена перевірка відповідності режимів регулювання на цьому перехресті наявним обсягам руху транспорту. Запропоновано зміну схеми пофазового роз'їзду та режимів регулювання.

Виконані економічні розрахунки для обґрунтування комплексу запропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальний опис міського автобусного маршруту № 14.....	8
1.2 Аналіз перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.....	12
1.3 Розрахунок потенційної складності перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська	14
1.4 Дослідження транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.....	16
1.5 Аналіз загальної організації управління дорожнім рухом на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.....	20
1.6 Загальний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.....	24
1.7 Постановка задач на дипломну роботу.....	28
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	29
2.1 Підвищення рівня організації пішохідного руху на перехресті....	29
2.1.1 Роль організації пішохідного руху в безпеці транспортного вузла.....	29
2.1.2 Аспекти організації руху на пішохідних переходах.....	30
2.1.3 Організація пішохідного руху повздовж доріг.....	33
2.2 Приведення режимів регулювання у відповідність до наявних обсягів руху.....	34
2.2.1 Сучасні аспекти регулювання перехресть	34

2.2.2 Перевірка необхідності корегування режимів роботи світлофорів на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.....	38
2.3 Усунення недоліків в організації дорожнього руху на перехресті.	45
2.3.1 Усунення недоліків в застосуванні дорожніх знаків.....	45
2.3.2 Усунення недоліків в застосуванні дорожньої розмітки...	45
2.3.3 Переробка схеми організації руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.....	46
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	50
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	61

ВСТУП

Для якісної організації автобусних пасажирських перевезень є дуже суттєвими два фактори: забезпечення безпеки та підтримка швидкостей сполучення на достатньо високому рівні. Ці фактори в деяких аспектах вступають у конфлікт один з одним. Цей конфлікт стає причиною складності якісної організації автобусних пасажирських перевезень.

Якщо розглядати міські автобусні пасажирські перевезення, то на якість їх організації значно впливають характеристики вулично-дорожньої мережі, які подекуди просто не відповідають сучасним вимогам, як за своєю пропусковою спроможністю, так і за можливими швидкостями руху. Звісно, за таких умов питання забезпечення якості пасажирських перевезень та їх безпеки стає ще гострішим.

Використання міськими автобусами загальної вулично-дорожньої мережі призводить до взаємного впливу цих автобусів та інших учасників дорожнього руху. На існуючих міських мережах дуже часто просто немає можливості для відокремлення маршрутного пасажирського транспорту від загальних транспортних потоків в силу різних причин. Саме тому будь-які заходи, які реалізуються навіть на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі й за мету мають підвищення безпеки руху транспортного потоку чи поліпшення його організації, стають важливими й для підвищення якості пасажирських перевезень.

Спираючись на вище згадане, у дипломній роботі розглядаються питання підвищення безпеки автобусних пасажирських перевезень в рамках міського автобусного маршруту № 14 міста Запоріжжя.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальний опис міського автобусного маршруту № 14

Автобуси, які обслуговують міський автобусний маршрут № 14 «вул. Історична – Міська лікарня № 5» працюють в наступних режимах: звичайному та в режимі маршрутного таксі. Перевезення на маршруті носять регулярний характер. Траса маршруту представлена на рисунку 1.1 [1].

Регулярний характер роботи маршруту передбачає щоденне обслуговування пасажирів. Маршрут працює в наступні години: 6:50 – 23:56 [2].

Головні експлуатаційні показники автобусного маршруту представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Головні експлуатаційні показники маршруту № 14 [1,2]

№	Експлуатаційний показник	Значення по напрямках руху	
		прямий	зворотний
1	Фактична протяжність траси маршруту, км	14,1	14,1
2	Час виконання рейсу в режимі:		
	- звичайний, хв	54	54
	- маршрутне таксі, хв.	42	42
3	Кількість зупинок	30	30

Потрібно виділити особливо небезпечні ділянки на маршруті, які наведені в таблиці 1.2.

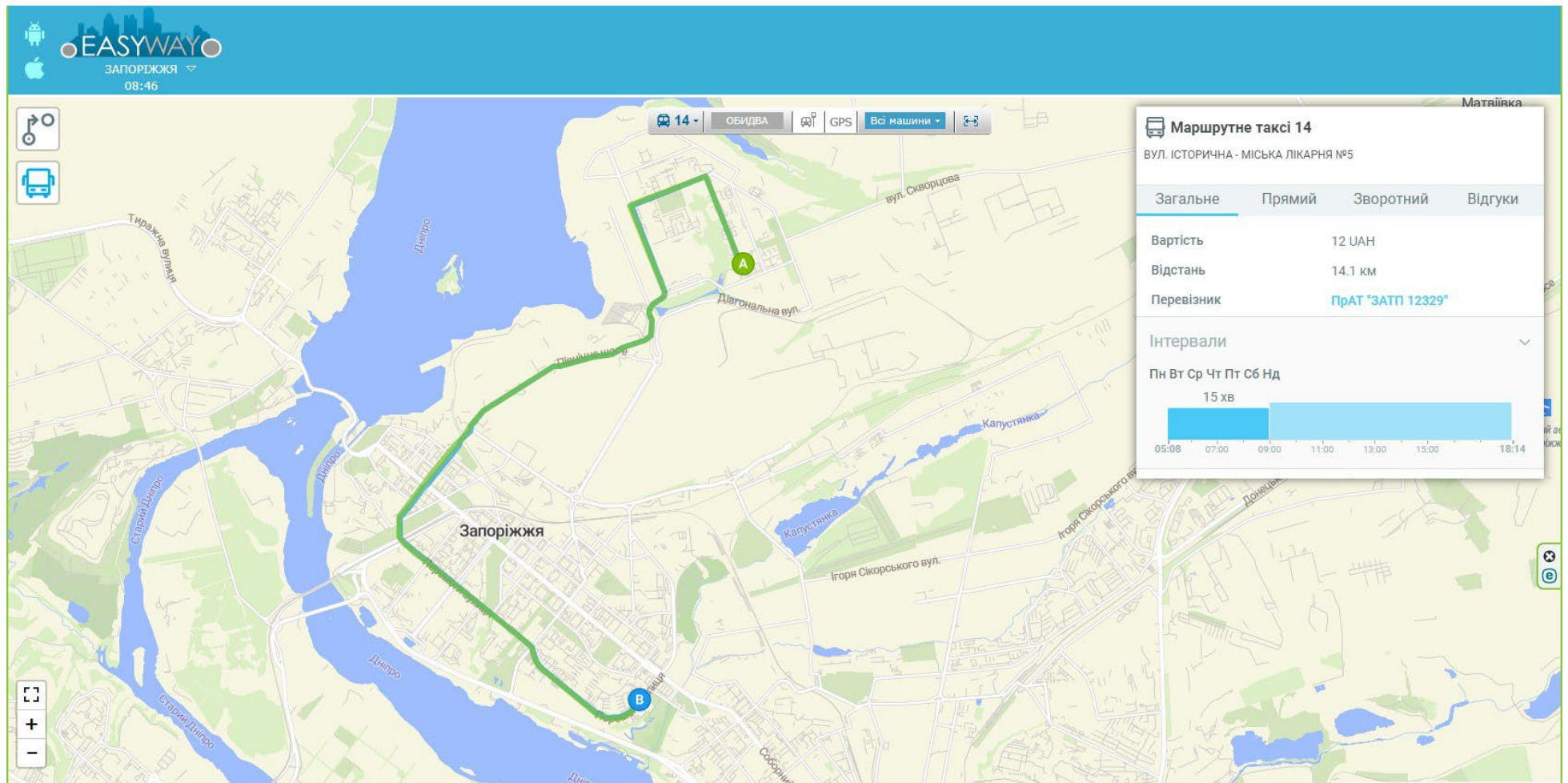


Рисунок 1.1 – Траса (схема) міського маршруту № 14 [1]

Таблиця 1.2 – Потенційно небезпечні ділянки ВДМ на автобусному маршруті
№ 14 [2]

№	Небезпечний фактор	Місце на маршруті
1	Залізничні переїзди із шлагбаумами	- Північним шосе (між зуп. «ДЕЗ» та «ДОК»)
2	Круті повороти	- вул. Зразкова – Північне шосе
3	Обмеження видимості	- вул. Зразкова – Північне шосе
4	Перетинання з трамвайними коліями	- вул. М. Симчича (р-н ДЕПО 2) - вул. Історична – вул. М. Симчича - вул. М. Симчича (коло розвороту трамваю)
5	Концентрація дорожньо-транспортних пригод	- пр. Соборний – пр. Металургів - пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького - вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська
6	Мости із вузькою проїжджою частиною	- між пр. Металургів та Північним шосе

Для обслуговування маршруту можуть використовуватися різні транспортні засоби. Але згідно вимогам [2] ці транспортні засоби повинні відповідати категоріям М2 чи М3 та класам А, І, та ІІ.

Транспортні засоби, що відповідають класу А, повинні мати до 22 місць для пасажирів. При цьому неважливо, їдуть вони сидячи чи стоячи. Транспортні засоби, які відповідають класам І та ІІ, повинні мати більше 22 місць для пасажирів. При цьому також неважливо, їдуть вони сидячи чи стоячи.

Транспортні засоби, які використовуються як маршрутні таксі, повинні відповідати категорії М2 та класам А чи В. При цьому транспортний засіб класу В повинен мати до 22 місць й здійснювати перевезення пасажирів виключно в сидячому положенні. Приклад автобусів, які обслуговують міський маршрут № 14, представлений на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Автобус, який обслуговує маршрут № 14

Отже, міський автобусний маршрут № 14 працює 18 годин на добу. Основна задача маршруту – обслуговування мешканців Заводського району та підвоз (відвіз) працівників до основного промислового майданчику міста Запоріжжя до місць основного проживання у Заводському районі та до транспортного вузла пр. Соборний – пр. Металургів та до об'єктів по вулиці Перемоги.

З метою підвищення якості обслуговування пасажирів міського автобусного маршруту № 14 та підвищення безпеки перевезень пропонується детально розглянути одне з проблемних перехресть на трасі маршруту. Це перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.

1.2 Аналіз перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

На рисунку 1.3 наведено розташування перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська на вулично-дорожній мережі міста Запоріжжя.

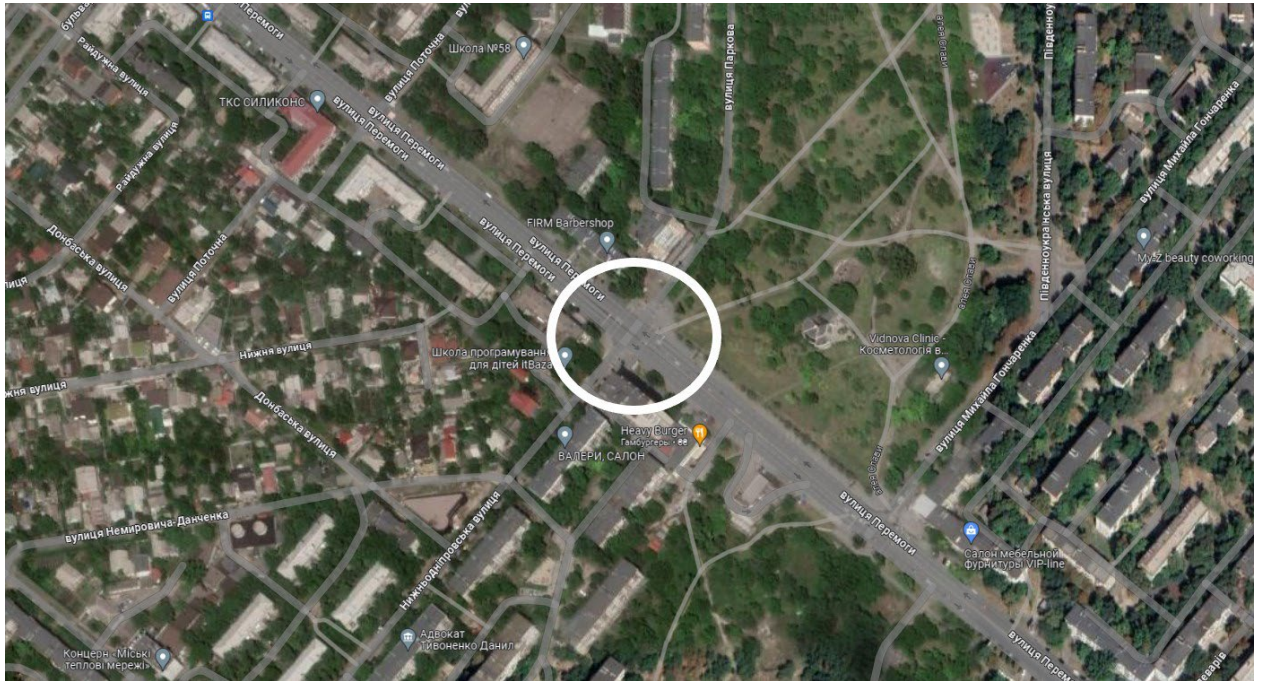


Рисунок 1.3 – Розташування перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Вулиця Перемоги – магістральна вулиця міського значення, одна з основних автомобільних артерій міста Запоріжжя. Є альтернативою для проспекту Соборного. Поєднує між собою декілька центральних районів міста Запоріжжя.

Вулиця Нижньодніпровська має районне значення. Вона проходить поперек вулиці Перемоги у Вознесенівському районі міста Запоріжжя.

Перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська представлено на рисунках 1.4 та 1.5.

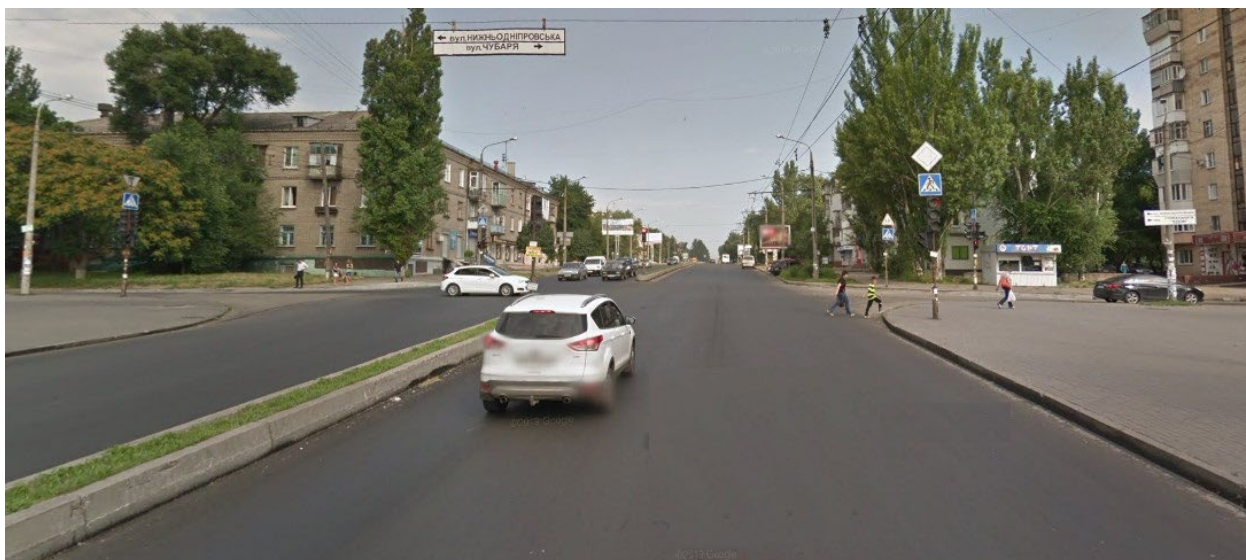


Рисунок 1.4 – Вид на перехрестя з боку вулиці Перемоги

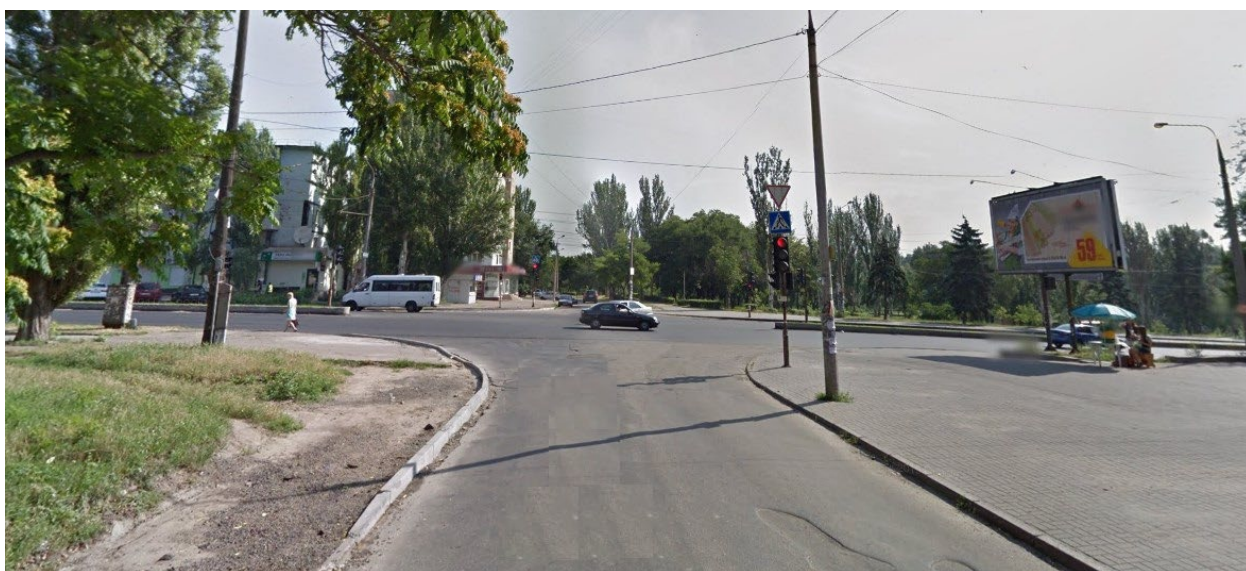


Рисунок 1.5 – Вид на перехрестя з боку вулиці Нижньодніпровської

Перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська використовується всіма видами транспорту.

1.3 Розрахунок потенційної складності перехрестя

вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

З метою оцінки реальної потенційної складності перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська пропонується використати просту й відому п'ятибальну систему оцінки. Наявна кількість потенційних конфліктів сконцентрована в особливих місцях взаємодії транспортних та пішохідних потоків різних напрямків, тобто в місцях де ці напрямки утворюють потенційні конфлікти й формують конфліктні точки. Кожна така конфліктна точка має різний рівень потенційної небезпеки, який залежить від характеристик взаємодії двох конфліктуючих між собою напрямків руху.

За п'ятибальною системою потенційну складність перехрестя можливо розрахувати так [3]:

$$m = n_6 + 3n_3 + 5n_n \quad (1.1)$$

де n_6, n_3, n_n – наявна фактична кількість певних за своїм типом (відхилення, злиття, перетин відповідно) конфліктних точок.

Для виконання розрахунків потрібно мати уявлення про розташування конфліктних точок на перехресті. Для цього на рисунку 1.6 наводимо розташування всіх конфліктних точок на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.

Згідно рисунку 1.6, на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська наявна наступна кількість конфліктних точок за типами: відхилення – 8; злиття – 8; перетин – 36.

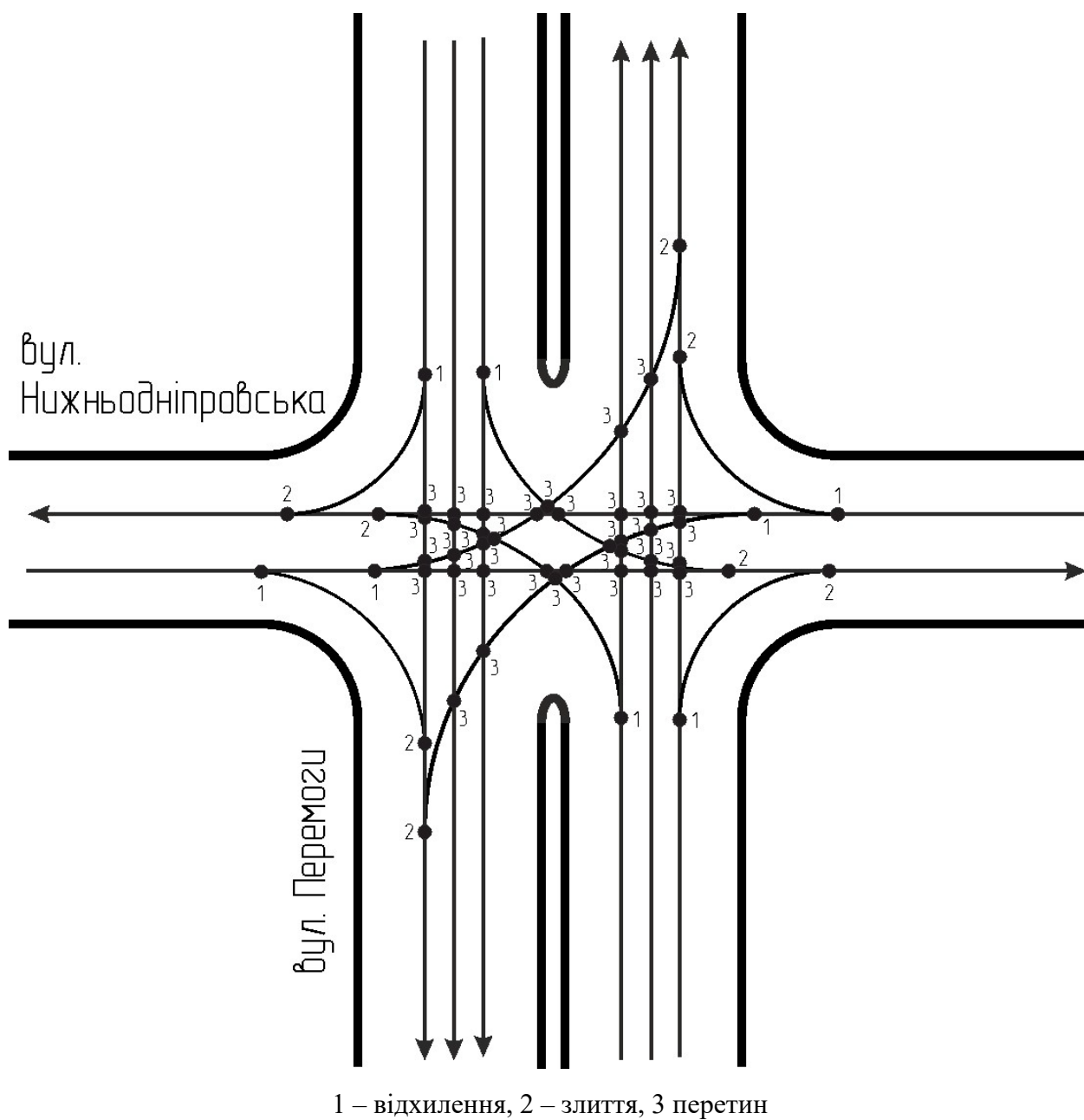


Рисунок 1.6 – Конфліктні точки на перехресті

$$m = 8 + 8 \cdot 3 + 36 \cdot 5 = 212.$$

За наявною класифікацією складності перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська відноситься до дуже складних перехресть [3].

1.4 Дослідження транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Для виконання якісного аналізу транспортних та пішохідних потоків необхідно проведення якісного дослідження інтенсивностей руху транспорту та пішоходів, дослідження складу транспортних потоків та отримання інформації щодо наявних швидкостей руху транспорту в межах перехрестя.

Два основні параметри – інтенсивність і склад транспортних потоків. Саме вони визначають необхідну ширину проїжджої частини, радіуси кривих на перегонах та перехрестях, тощо. Саме вони дають можливість для аналізу існуючого рівня завантаження дороги чи вулиці, існуючого рівня зручності дорожнього руху й, в решті решт, стають тими визначальними показниками, на основі яких призначається класність чи категорія дороги [3].

Існуючі напрямки руху для подальших розрахунків представлені на рисунку 1.7.

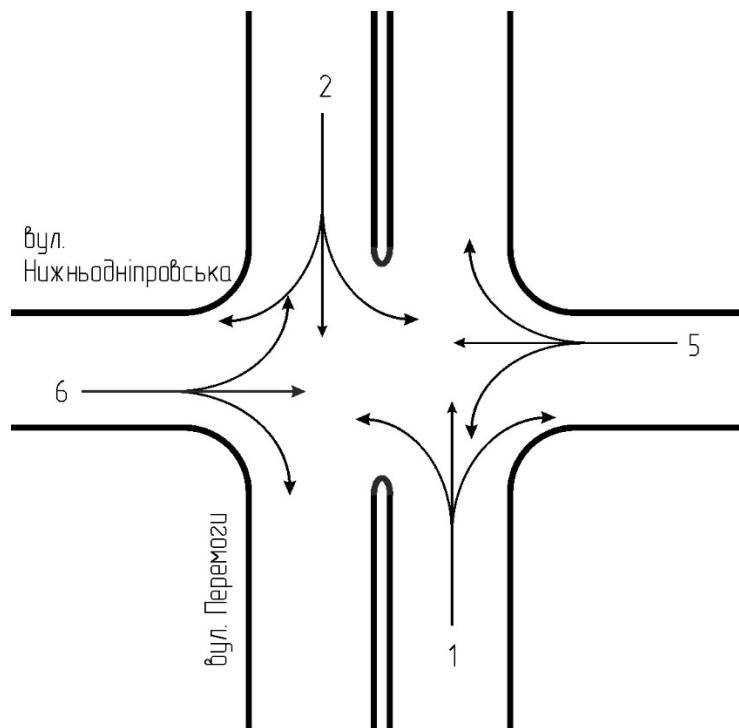


Рисунок 1.7 – Напрямки руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Для отримання значень інтенсивностей руху транспорту на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська було виконано відповідне дослідження. Безпосередньо підраховувалися інтенсивності транспортних потоків за всіма наявними напрямками руху (див. рис. 1.7) в пікові періоди насичення рухом та між ними. Фактична інтенсивність руху фіксувалася із розбивкою за типами транспортних засобів (див. табл. 1.3 – 1.5).

Таблиця 1.3 – Обсяги транспортних потоків за період 7:00 – 8:00

Тип автомобільного ТЗ	Напрямки руху (див. рис. 1.7) (ліворуч / прямо / праворуч)			
	1	2	5	6
Легковий	29/431/19	11/420/11	37/15/41	40/18/44
Мікроавтобус	0/36/0	0/37/1	1/1/0	0/0/1
Автобус	0/13/0	0/12/0	0/0/0	0/0/0
Вантажний < 2 т	2/48/1	1/42/1	3/0/1	3/1/1
Вантажний 2 т – 5 т	0/22/0	1/25/1	0/0/1	1/0/0
Вантажний 5 т – 8 т	0/18/1	0/15/0	0/0/0	0/0/0
Вантажний 8 т – 14 т	0/4/0	0/7/0	0/0/0	0/0/0
Автопотяг	0/1/0	0/2/0	0/0/0	0/0/0

Таблиця 1.4 – Обсяги транспортних потоків за період 13:00 – 14:00

Тип автомобільного ТЗ	Напрямки руху (див. рис. 1.7) (ліворуч / прямо / праворуч)			
	1	2	5	6
Легковий	9/271/9	6/287/8	8/9/12	15/10/8
Мікроавтобус	1/24/0	1/26/0	0/1/0	0/0/1
Автобус	0/10/0	0/11/0	0/0/0	0/0/0
Вантажний < 2 т	2/20/2	3/23/1	1/1/1	1/0/1
Вантажний 2 т – 5 т	0/14/1	2/13/1	1/0/0	1/0/1

Кінець таблиці 1.4

Тип автомобільного ТЗ	Напрямки руху (див. рис. 1.7) (ліворуч / прямо / праворуч)			
	1	2	5	6
Вантажний 5 т – 8 т	1/4/0	0/6/0	0/0/0	0/0/0
Вантажний 8 т – 14 т	0/4/0	0/7/0	0/0/1	0/0/0
Автопотяг	0/0/0	0/1/0	0/0/0	0/0/0

Таблиця 1.5 – Обсяги транспортних потоків за період 17:00 – 18:00

Тип автомобільного ТЗ	Напрямки руху (див. рис. 1.7) (ліворуч / прямо / праворуч)			
	1	2	5	6
Легковий	19/426/22	15/481/16	24/14/18	21/9/16
Мікроавтобус	0/35/0	0/34/1	0/0/0	0/0/0
Автобус	0/15/0	0/11/0	0/0/0	0/0/0
Вантажний < 2 т	1/27/2	1/34/0	2/1/1	0/0/2
Вантажний 2 т – 5 т	1/13/1	0/17/0	1/0/0	1/0/0
Вантажний 5 т – 8 т	0/5/0	0/6/0	0/0/0	0/0/0
Вантажний 8 т – 14 т	0/5/0	0/4/0	0/0/0	0/0/0
Автопотяг	0/1/0	0/2/0	0/0/0	0/0/0

Отримані інтенсивності для спрощення подальшого їх використання необхідно привести до умовного легкового автомобіля, отримуючи в подальшому однакові одиниці виміру [3]:

$$N_{np} = \sum N_i \cdot K_i \quad (1.2)$$

де N_i – фактична інтенсивність руху i -того типу транспортних засобів у певному напрямку;

K_i – коефіцієнт приведення окремого типу транспортного засобу до умовного легкового автомобіля.

Розраховані приведені інтенсивності руху показані в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Розраховані приведені інтенсивності руху, од/год

Години спостереження	Напрямки руху (див. рис. 1.7) (ліворуч / прямо / праворуч)			
	1	2	5	6
7:30 – 8:30	32/660/21	15/665/16	43/17/45	47/20/47
13:30 – 14:30	14/412/14	16/457/12	12/12/19	19/10/13
17:00 – 18:00	23/614/27	17/675/18	29/16/25	23/9/19

Інтенсивність руху на перехресті складає більше 1200 одиниць транспорту за годину.

Фіксація інтенсивності руху транспортних засобів за їх типами дозволяє отримати дані про склад транспортного потоку на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська, графічне представлення якого надано на рисунку 1.8.

Згідно даних рисунку 1.8 можна стверджувати, що на перехресті має місце наявність однорідного транспортного потоку. Більшу кількість (83 %) складають легкові автомобілі.

Пішохідний рух в межах перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська виконується з використанням тротуарів для руху повздовж вулиць та пішохідних переходів для руху поперек вулиць.

Пішохідні потоки також були досліджені. При цьому ніяких суттєвих недоліків в їх організації не відмічено. Щодо об'єму пішохідного руху, то він не є насиченим і коливається в межах 50 - 200 піш/год (більше в вечірні години).

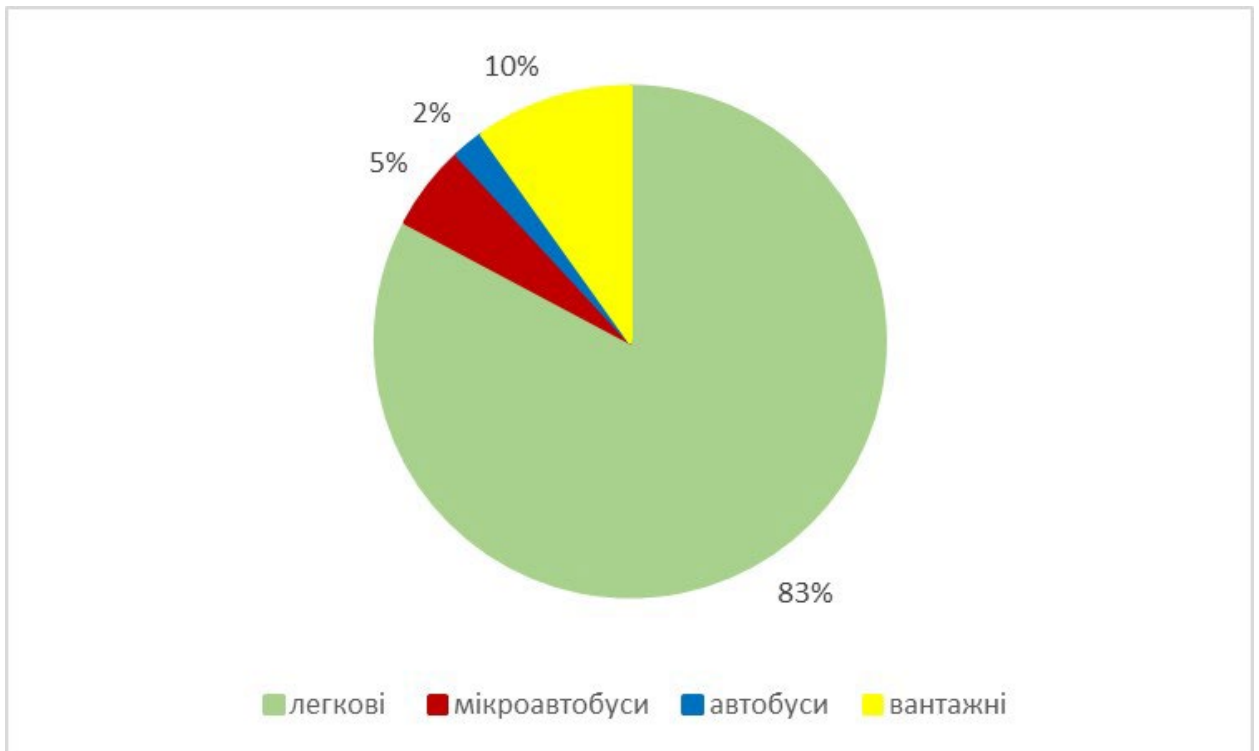


Рисунок 1.8 – Наявний склад транспортних потоків на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

1.5 Аналіз загальної організації управління дорожнім рухом на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Перш за все, потрібно зазначити, що перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська має примусове регулювання дорожнього руху, тобто безпосереднє управління рухом на перехресті виконується із використанням світлофорів різного типу, в тому числі транспортних та пішохідних.

Рух транспортних потоків на перехресті організовано за трьохфазною схемою, яку можна побачити на рисунку 1.9. Причину такого поділу фаз виявити не вдалося. Обсяги руху, які присутні на перехресті, на перший погляд можуть бути нормально регульовані й за двофазною схемою. Це потрібно перевірити окремо.

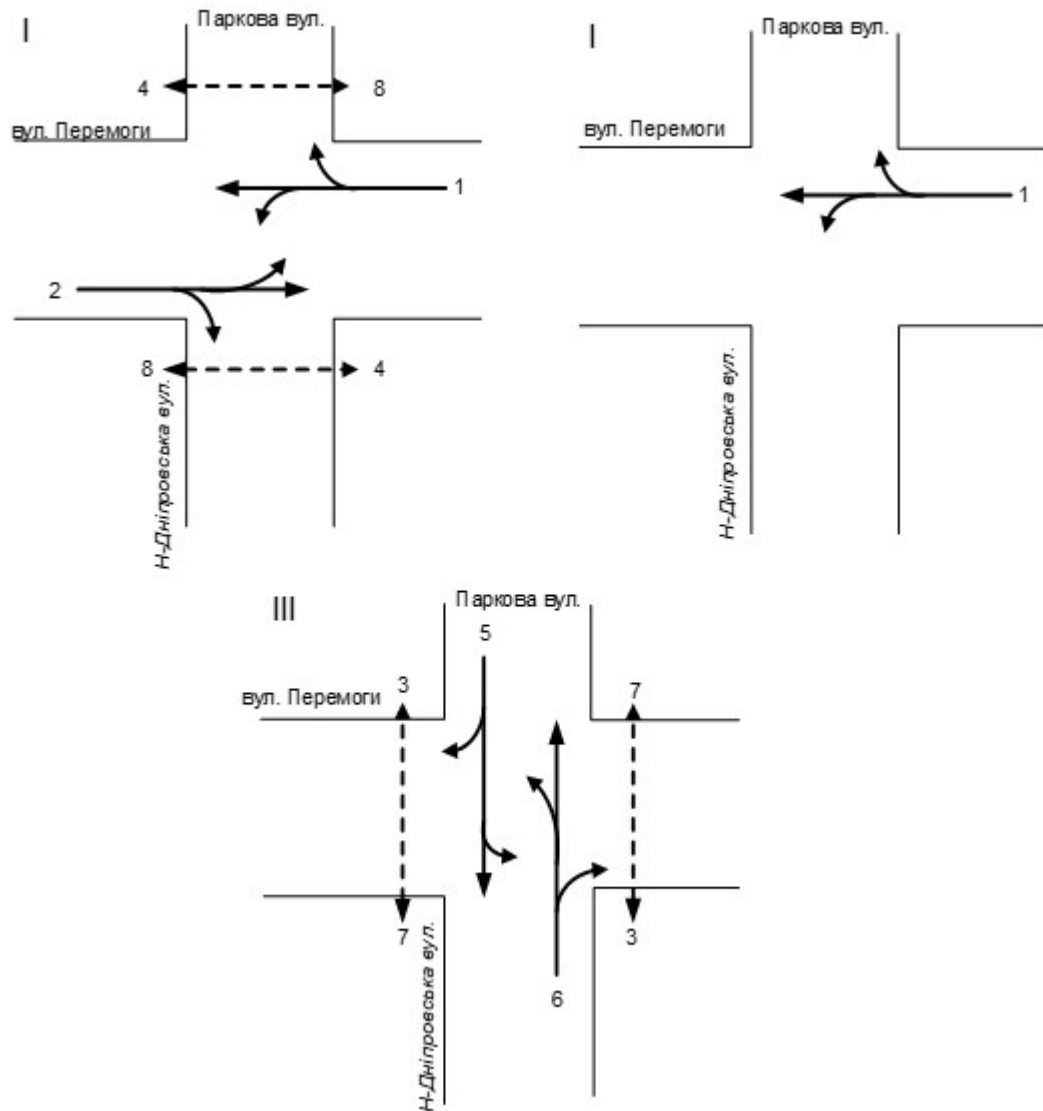


Рисунок 1.9 – Трьохфазна схема регулювання транспортних потоків на перехресті вул. Перемоги – Нижньодніпровська

Також в організації дорожнього руху на перехресті в якості технічних засобів регулювання руху задіяні дорожні знаки та дорожня розмітка (практично відсутня). Діюча наявна схема організації руху на перехресті показана на рисунку 1.10.

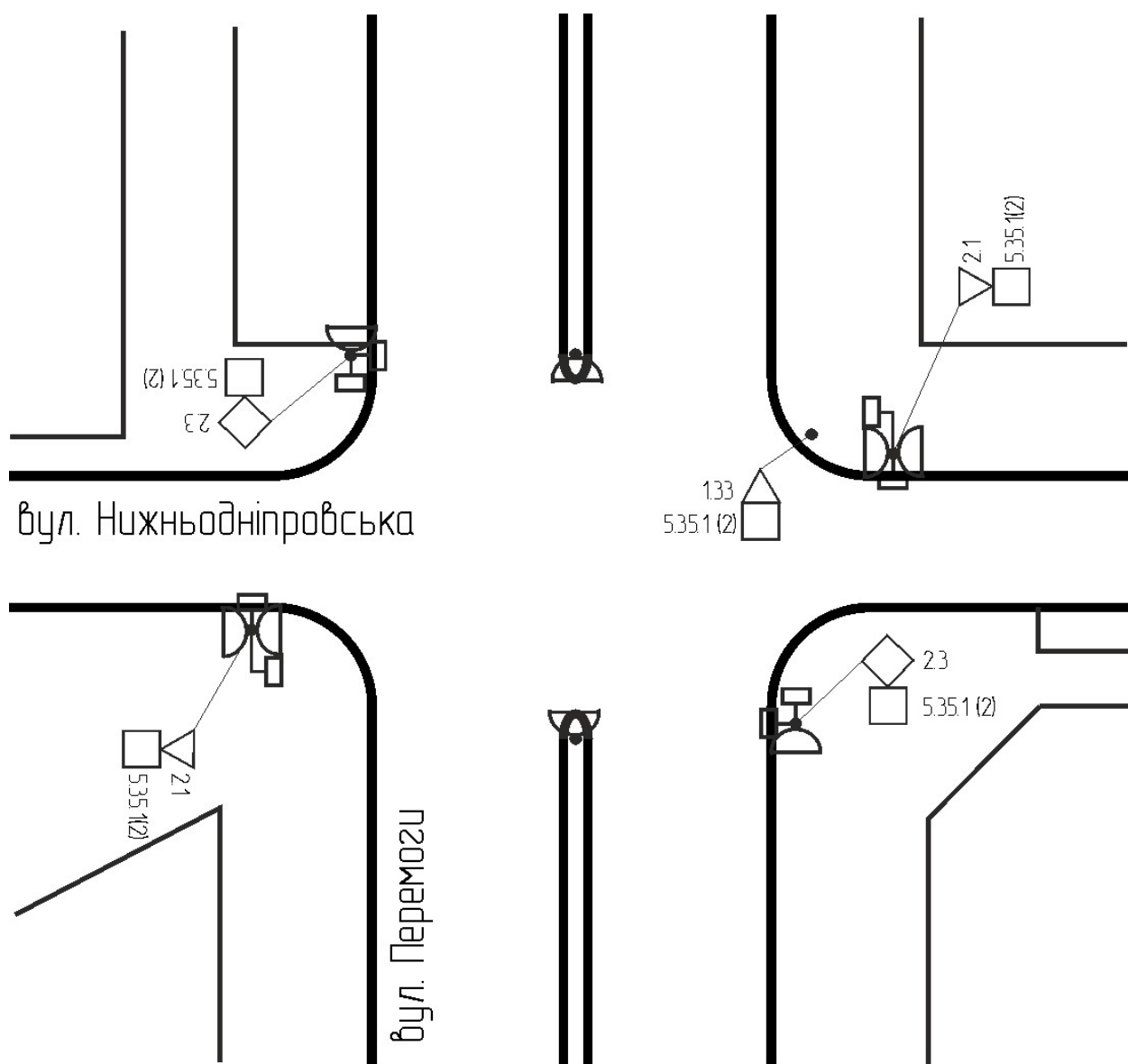


Рисунок 1.10 – Схема ОДР на перехресті

Цикл регулювання складає 80 секунд й відображує фактичний час однієї зміни всіх сигналів світлофорів на перехресті. Режими регулювання відображаються циклограмою роботи світлофорів, яка наведена на рисунку 1.11.

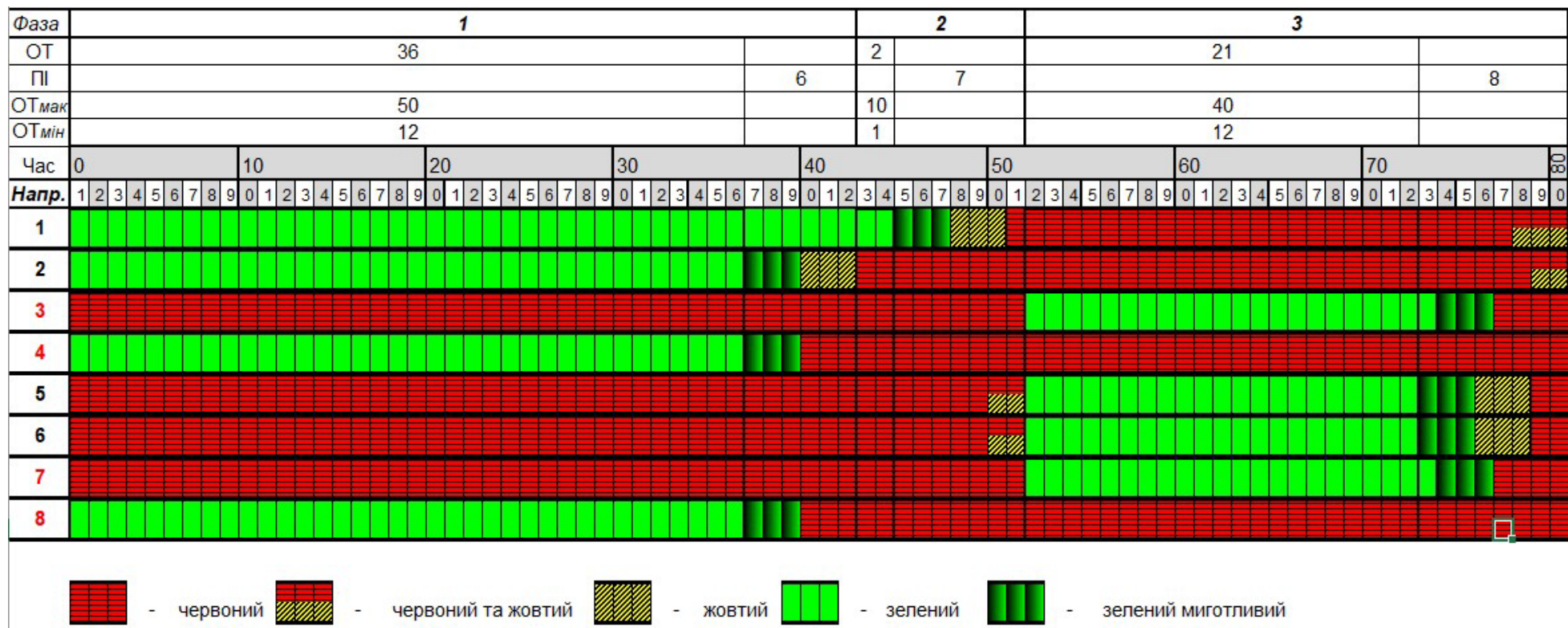


Рисунок 1.11 – Циклограма роботи світлофорного об'єкту

1.6 Загальний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) мають доволі розвинену класифікацію. Виділимо найбільш розповсюджені типи ДТП [3]:

- зіткнення – безпосередній контакт транспортних засобів один з одним з різними наслідками;
- перевертання – порушення нормального розташування транспортного засобу на проїжджій частині з різних причин;
- наїзд на перепону – безпосередній контакт транспортного засобу із сторонніми нерухомими об'єктами, розташованими в межах чи поруч із дорогою;
- наїзд на пішохода – безпосередній контакт транспортного засобу із пішоходом, здійснений з будь-якої причини;
- інші типи ДТП.

Потрібно зазначити, що більшість ДТП виникають при порушенні правил дорожнього руху його учасниками, тобто водіями транспортних засобів та пішоходами. Однак можуть мати місце й ДТП, які виникають через похибки в організації дорожнього руху.

Наведемо ще одну класифікацію дорожньо-транспортних пригод, які відбулися через неправильні дії водіїв транспортних засобів [3]:

- порушення швидкісного режиму руху – частіше перевищення дозволеної межі швидкості з різних причин;
- неправильна оцінка дистанції між транспортними засобами з різних причин;
- маневрування з порушеннями правил дорожнього руху;
- недбале виконання маневру обгону;
- інші причини.

Особливу категорію причин виникнення ДТП складають такі, де наявне значне погіршення фізичного стану водія, в тому числі з причин нетверезого стану чи впливу хімічних препаратів. Ці ДТП можуть мати дуже негативні наслідки.

Практика вивчення дорожньо-транспортних пригод дозволяє говорити, що частіше за все при виникненні ДТП має місце не одна, а декілька причин чи впливових факторів. Так, наприклад, зниження уваги водія через погане самопочуття може призвести до зниження його реакції, неадекватної оцінки дорожньої обстановки, а це, в свою чергу, значно підвищує ризики виникнення ДТП.

Ситуація з пішоходами є ще більш проблемною. Пішоходи часто йдуть на свідоме чи не свідоме порушення Правил дорожнього руху, й взагалі знають ці правила доволі приблизно. Існує класифікація дій пішоходів, які призводять до виникнення ДТП:

- виконання переходу вулиці чи дороги будь-де, тобто не місцях, які спеціально для цього призначені;
- раптовий вихід на проїжджу частину, особливо безпосередньо перед рухомими транспортними засобами.

Статистика виникнення ДТП на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська представлена у вигляді таблиць (див. таблиці 1.7, 1.8) та рисунків (див. рисунки 1.12, 1.13).

Таблиця 1.7 – ДТП на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

№	Роки виникнення	Кількість ДТП
1	2018	4
2	2019	1
3	2020	3
	Загальна кількість	8

Важливо зазначити, що в трьох дорожньо-транспортних пригодах, які мали місце на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська за ці три роки, в якості учасників були й маршрутні транспортні засоби.

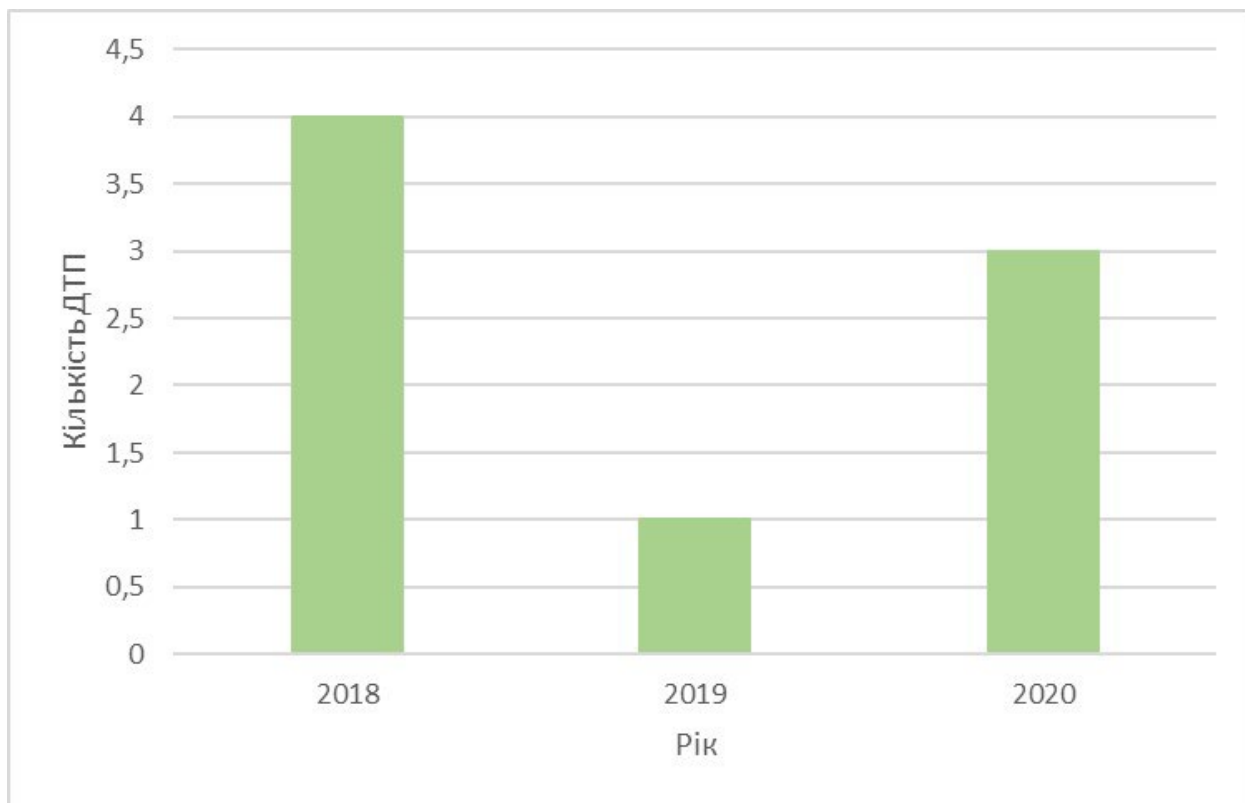


Рисунок 1.12 - ДТП на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Таблиця 1.8 – Наслідки ДТП на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

№	Групи ДТП за тяжкістю	Роки виникнення		
		2018	2019	2020
1	ДТП з наявними постраждалими	1	0	2
2	ДТП з наявними загиблими	1	0	0
3	ДТП з матеріальними збитками	2	1	2

Виконано аналіз аварійності на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська у 2020 році за видами ДТП. Він показаний в таблиці 1.9 та на рисунку 1.14.

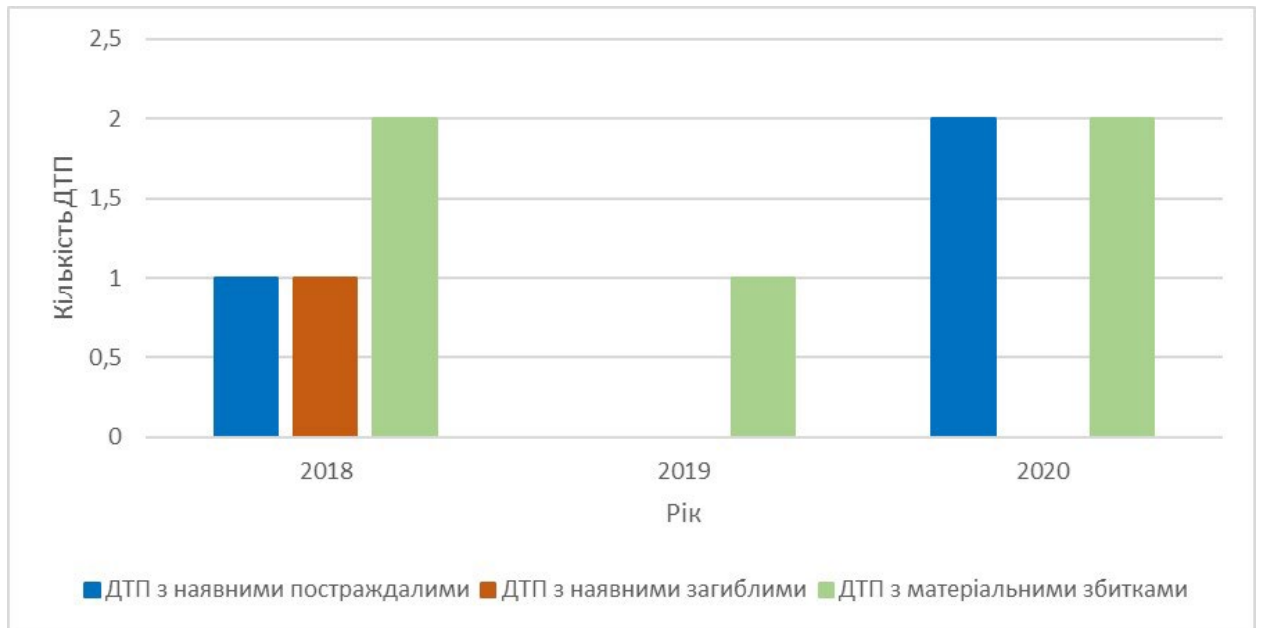


Рисунок 1.13 - Наслідки ДТП на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Таблиця 1.9 – Аналіз аварійності на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська (2020 рік)

Види ДТП	Кількість ДТП	Постраждалі особи в ДТП
зіткнення	2	0
наїзд на пішохода	2	2

Аналізуючи все вище згадане, можна відмітити, що на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська мають місце ДТП двох видів, а саме зіткнення транспортних засобів один з одним та наїзди транспортних засобів на пішоходів. Останні, доречи, я доволі тяжкими за своїми наслідками.

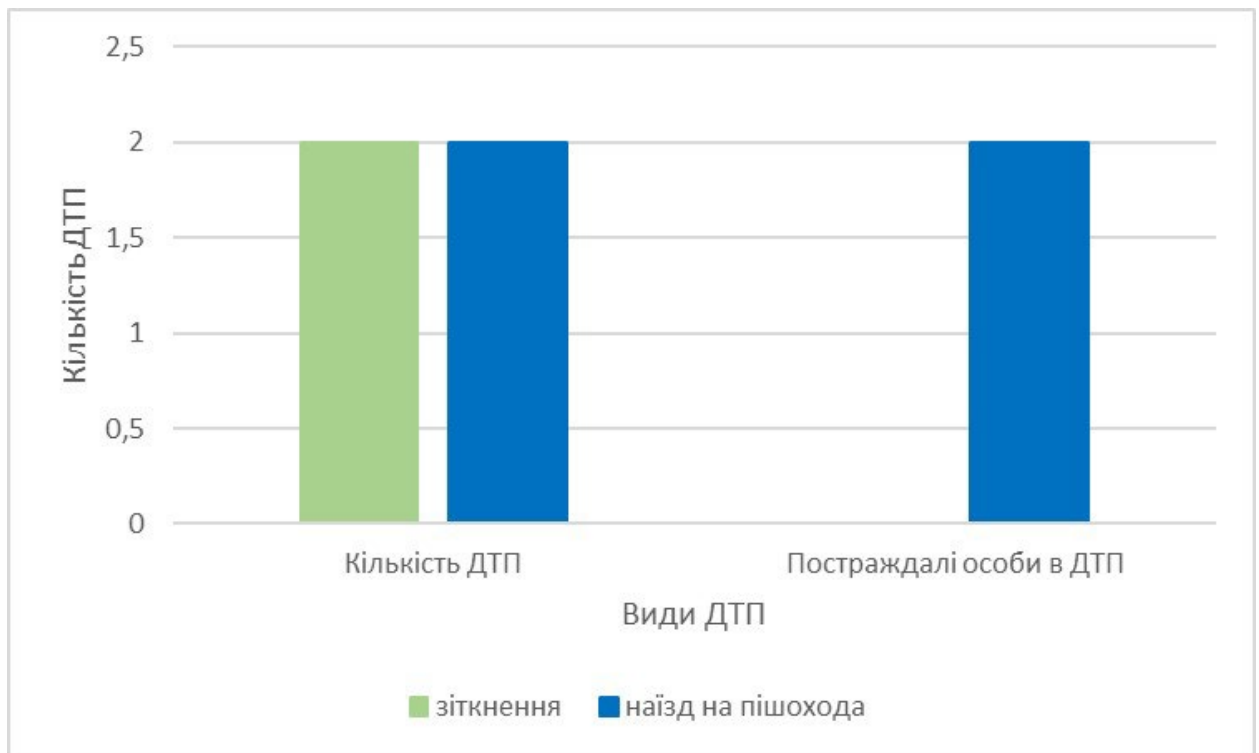


Рисунок 1.14 - Аналіз аварійності на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська (2020 рік)

1.7 Постановка задач на дипломну роботу

Для поліпшення організації пасажирських перевезень шляхом підвищення їх безпеки на автобусному маршруті № 14 пропонується приділити ретельну увагу організації дорожнього руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.

По-перше, це перехрестя є одним з небезпечних місць на трасі автобусного маршруту. По-друге, перехрестя є доволі аварійним з наявними тяжкими наслідками й участю маршрутних транспортних засобів.

Тому в дипломній роботі пропонується торкнутися наступних питань:

- підвищення рівня організації пішохідного руху на перехресті;
- приведення режимів регулювання у відповідність до наявних обсягів руху;
- усунення недоліків в організації дорожнього руху на перехресті.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Підвищення рівня організації пішохідного руху на перехресті

2.1.1 Роль організації пішохідного руху в безпеці транспортного вузла

При організації дорожнього руху на певній території завжди приділяється більше уваги питанням організації руху транспортних потоків. Це безумовно важливо й обґрунтовано, але недоліки організації пішохідного руху можуть звести нанівець всі спроби поліпшити рівень організації й безпеки руху на певній території, частині вулиці чи дороги, перехресті чи транспортному вузлі.

Питання організації пішохідного руху в межах населених пунктів спрямовані, по-перше, на забезпечення безпеки пішоходів, коли вони пересуваються на певній території і, по-друге, на забезпечення достатнього рівня комфорту цих пересувань. Поєднання цих двох факторів робить задачу організації пішохідного руху однією із найважливіших та найскладніших водночас. Якісна пішохідна інфраструктура повинна стати запорукою якісного та безпечного пішохідного руху.

Наявність справних тротуарів та пішохідних доріжок із відповідною обсягам пішохідного руху пропускнуою спроможністю, наявність, якісне обладнання та освітлення пішохідних переходів стають обов'язковими й необхідними елементами пішохідної інфраструктури. При необхідності й значному обсягу пішохідного руху стають в пригоді пішохідні вулиці й пішохідні зони [3].

Отже, для того, щоб на певній території якісно організувати рух пішоходів потрібно виконати декілька заходів, направлених на забезпечення зручності й безпеки пішохідного руху, а саме [3]:

- забезпечити перетин проїжджої частини виключно в межах пішохідних переходів, обладнаних у відповідності до сучасних вимог;

- на напружених і небезпечних пішохідних переходах використовувати примусове світлофорне регулювання;
- в разі наявності небезпеки забезпечити своєчасне інформування пішоходів про неї із залученням відповідних технічних засобів регулювання дорожнього руху;
- обов’язково утримувати всі пішохідні шляхи в належному технічному стані задля усунення можливих небезпек руху;
- обов’язково забезпечувати належне позначення й освітлення в темний час доби пішохідних шляхів, особливо пішохідних переходів.

Частку з зазначених вище заходів буде використано для поліпшення організації пішоходів на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.

2.1.2 Аспекти організації руху на пішохідних переходах

Облаштування пішохідних переходів на вулицях і дорогах в межах населених пунктів регламентовано Державними будівельними нормами [4], які висувають доволі багато вимог, основними з яких є наступні:

- на магістральних вулицях міського значення (вулиця Перемоги) відстань між регульованими пішохідними переходами повинна бути не менше ніж 300 м;
- обсяг руху пішоходів переходом повинен визначати його ширину;
- пішохідні переходи повинно проєктувати на перехрестях на всіх підходах; виключення можливі в разі наявності значних об’єктів тяжіння чи особливостей в самій організації дорожнього руху на перехресті.

Пішохідні переходи поділяються на вуличні (в одному рівні із проїжджою частиною) та позавуличні (в різних рівнях із проїжджою частиною – підземні, надземні) [3].

Позавуличні пішохідні переходи дозволяють розділяти транспортні та пішохідні потоки великої інтенсивності на постійній основі. Вони також є доцільними при наявності значної ширини проїжджої частини дороги чи вулиці. Позавуличні пішохідні переходи здатні підтримувати високі показники пропускної спроможності дороги чи вулиці, дозволяючи використовувати більші значення швидкісних режимів руху транспортних потоків [3].

На перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська інтенсивності руху транспорту та пішоходів є доволі незначними. Через це використання позавуличних пішохідних переходів на цьому перехресті є недоцільним.

Виконавши аналіз пішохідних потоків на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська, можливо зробити ряд висновків. По-перше, пішохідні переходи на перехресті є в наявності. По-друге, пішохідні переходи впорядковані й розташовані у відповідності до наявних на перехресті пішохідних потоків. В якості недоліків можливо відмітити недостатнє освітлення пішохідних переходів в темний час доби, та наявні на перехресті недоліки в позначенні пішохідних переходів (відсутність де-яких дорожніх знаків та відсутність розмітки).

Для ліпшого виділення пішохідного переходу в темряві його освітлення повинне бути більш яким, ніж інше освітлення вулиці або повинно бути виконано в інших кольорах. Для цього застосовуються спеціальні світильники. Принцип такого освітлення зображений на рисунку 2.1. Подібним чином пропонується обладнати два пішохідні переходи через вулицю Перемоги в районі перехрестя.

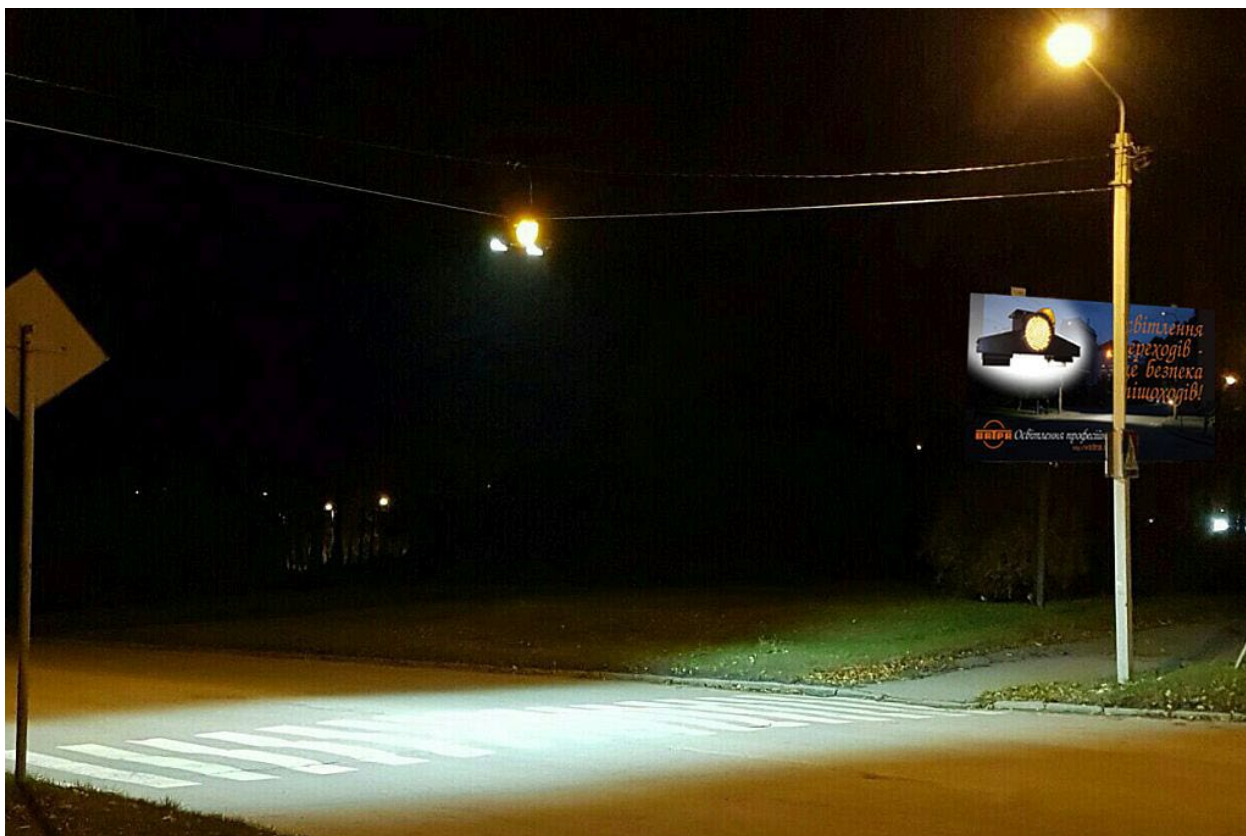


Рисунок 2.1 – Організація освітлення пішохідного переходу

Аналіз наявності та необхідності відповідних технічних засобів організації дорожнього руху (ТЗОДР) на пішохідних переходах перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз наявності ТЗОДР на пішохідних переходах

На перехресті в наявності			Потрібно встановити
ТЗОДР		кількість	кількість
дорожній знак	5.35.1	5	3
дорожній знак	5.35.2	4	6
дорожня розмітка	1.14.1	-	+

2.1.3 Організація пішохідного руху повздовж доріг

В якості засобів організації пішохідного руху повздовж доріг та вулиць використовують тротуари та спеціальні пішохідні доріжки. Вимоги до них також регламентовані Державними будівельними нормами [4]:

- функціональне призначення вулиці, на якій розташований тротуар, впливає на його ширину;
- на площі тротуару заборонено встановлювати сторонні об'єкти, які б перешкоджали руху пішоходів (торгівельні точки, рекламні носії, тощо);
- тротуари повинні мати єдиний ухил розміром 20 %, який направлений до проїжджої частини;
- тротуари розташовуються на рівні верху бордюру, який обмежує проїжджу частину;
- тротуар повинен бути рівним та не слизьким.

Тротуари в районі перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська є по всій довжині. Їх розташування та розміри цілком прийнятні й достатні. Але їх стан подекуди є незадовільним, що можна побачити на рисунку 2.2.

Зазначені недоліки потрібно усунути. Приблизна площа виконання ремонтних робіт на тротуарах – 60 м².

Однак основною проблемою безпеки руху пішохідних потоків на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська є раптовий вихід окремих пішоходів на проїжджу частину перед їдучим транспортом, перехід дороги поза межами пішохідних переходів. Останнє особливо стосується вулиці Перемоги. З метою запобігання описаному вище руху пішоходів передбачається встановлення спеціалізованої пішохідної огорожі на розділовій смузі вулиці Перемоги з обох боків перехрестя загальною довжиною 80 м.



Рисунок 2.2 – Стан тротуарів на перехресті

2.2 Приведення режимів регулювання у відповідність до наявних обсягів руху

2.2.1 Сучасні аспекти регулювання перехресть

На рівні служб дорожнього руху організація транспортного потоку включає в себе комплекс інженерних і організаційних заходів на вулично-дорожній мережі. Ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки та оптимальної швидкості руху для транспортних засобів і пішоходів. Управління дорожнім рухом є важливою складовою цієї системи, вирішуючи конкретні завдання з планування, координації та контролю за рухом на дорогах.

Управління в контексті дорожнього руху означає вплив на рухові потоки з метою покращення їх функціонування. Об'єктами управління є транспортні та пішохідні потоки. Регулювання є одним з видів управління рухом і полягає в підтримці параметрів руху в заданих межах. Сутність управління рухом полягає у встановленні обов'язкових дій для водіїв та пішоходів, а також у забороні або рекомендаціях стосовно їхньої поведінки для забезпечення безпеки та оптимальної швидкості переміщення [5].

При реалізації управління дорожнім рухом частина функцій виконується автоматичним обладнанням, що фактично представляє собою автоматизоване управління. Автоматичне управління відбувається без участі людини за заздалегідь визначеною програмою. Контур автоматичного управління може бути замкненим чи розімкненим [5].

Розімкнутий контур є простішим. Управління засобами регулювання здійснюється виключно за заданою програмою, тобто в режимі жорсткого програмного управління [5].

У замкнутому контурі передбачається зворотній зв'язок між засобами та об'єктом управління. Цей зв'язок здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв для збору інформації про транспортні потоки - датчиків транспорту. Після обробки цієї інформації автоматичні пристрої визначають нові режими роботи засобів регулювання руху. Це може бути режим гнучкого або адаптивного управління [5].

Щодо перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська, то на ньому має місце жорстке програмне управління однією керуючою програмою. Вночі перехрестя переводиться в режим жовтого миготіння. Цей режим фактично просто «позначає» перехрестя, не виконує його регулювання.

На перехресті фактичне регулювання рухом здійснюється за допомогою світлофорного об'єкту, що включає кілька транспортних та пішохідних світлофорів для різних напрямків руху. Вони працюють у циклі, передаючи право

на рух різним напрямкам через певні комбінації світлофорних сигналів. Циклічність світлофорного регулювання організована за допомогою тактів регулювання [5].

Основний такт дозволяє рух транспортних засобів і пішоходів в певному напрямку, тоді як для конфліктного напрямку рух заборонений. Проміжний такт забороняє в'їзд на перехрестя, але дозволяє завершити вже розпочаті маневри, забезпечуючи безпеку під час зміни основних тактів [5].

Фаза регулювання утворюється сукупністю основного й проміжного тактів. Кількість фаз у циклі регулювання залежить від об'ємів руху та кількості конфліктних напрямків. Регулювання в дві фази – приклад мінімально можливої реалізації пофазового роз'їзду на перехресті. Три фази й більше трьох зустрічається на перехрестях із значними інтенсивностями транспортних чи пішохідних потоків, а також на перехрестях із нестандартною конфігурацією, де цей поділ диктується вимогами безпеки [5].

На перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська функціонує регулювання за трьохфазною схемою.

Отже, всі фази регулювання разом постійно повторюються й складають цикл регулювання перехрестя [5].

Програма регулювання перехрестя складається з різних елементів і спрямована на регулювання транспортних потоків при певних значеннях їх інтенсивності. При збільшенні інтенсивності руху автомобілі не встигають залишити перехрестя протягом дозволяючого сигналу світлофора, що може призвести до утворення черг і затримок. Це також може погіршити безпеку руху на перехресті та призвести до економічних збитків.

З іншого боку, при значному зменшенні інтенсивності руху час, відведений для основних тактів, може не використовуватися повністю, що може призвести до неоптимальних режимів регулювання і потенційних економічних збитків.

Ці недоліки властиві жорсткому програмному управлінню, оскільки воно не здатне адаптуватися до змін у режимі руху та інтенсивності потоків.

Існують два способи уникнення недоліків жорсткого програмного управління. Перший полягає в розробці додаткових програм регулювання для різних сценаріїв. Це може включати виконання різних програм у певні години доби. Перед розробкою таких програм проводиться детальне вивчення обсягів руху на перехресті та їх змін протягом доби, щоб параметри програм відповідали фактичним інтенсивностям. При цьому припускається, що відхилення фактичної довжини циклу регулювання від оптимального на 25% в будь-який бік є прийнятним і не суттєво впливає на збільшення затримок транспорту.

Другий спосіб передбачає перехід від жорсткого до адаптивного регулювання. Це дозволяє отримувати інформацію щодо об'ємів руху в реальному часі і коригувати роботу засобів регулювання для постійного підтримання оптимальних значень довжини циклу регулювання та його структури. Однак реалізація цього шляху є складнішою й дорожчою, оскільки потребує додаткового обладнання для отримання інформації про транспортні потоки в режимі реального часу, програмного забезпечення для розрахунку параметрів регулювання та більш вдосконалених засобів регулювання.

Після ретельного аналізу можна стверджувати, що на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська не має якихось значних транспортних заторів, причиною появи яких були б саме режими регулювання. При цьому слід відмітити наявність коливання об'ємів руху транспорту на протязі доби. Тому пропонується скористатися першим варіантом, а саме розрахувати додаткові програми регулювання руху для ранкових, вечірніх пікових годин та між ними. Це повинно призвести до зниження транспортних затримок на перехресті.

2.2.2 Перевірка необхідності корегування режимів роботи світлофорів на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Коригування режимів роботи світлофорів виконується для приведення їх у відповідність до спостережених обсягів руху на перехресті.

Аналіз об'ємів руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська дозволяє стверджувати, що існуючу трьохфазну схему регулювання на перехресті можна спостити до двофазної. Це не повинно відобразитися на безпеці руху й надасть можливість для зниження загальних транспортних затримок. Схема нового пофазового роз'їзду представлена на рисунку 2.3.

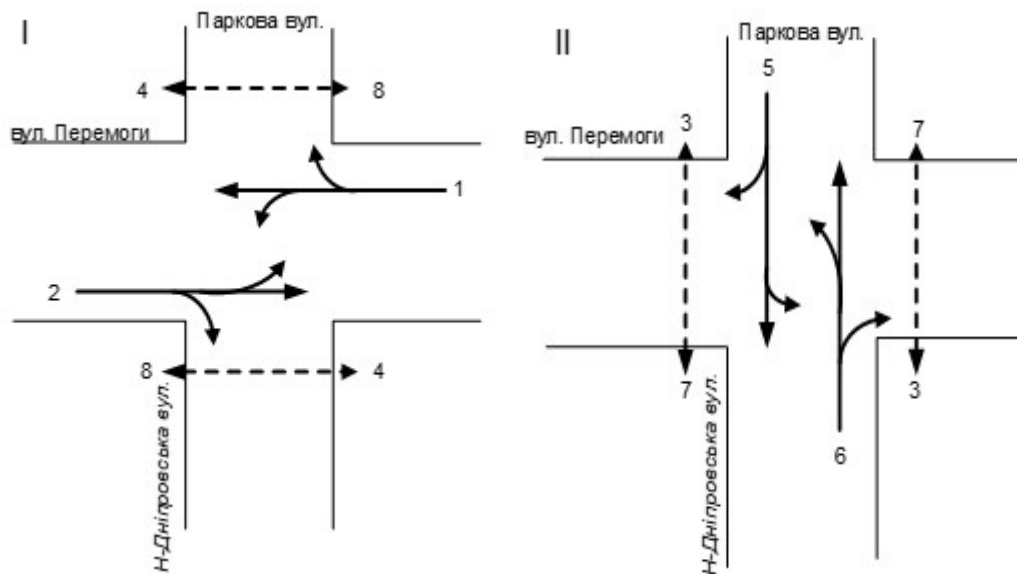


Рисунок 2.3 – Двофазна схема регулювання перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Наступним етапом розрахунків режимів роботи світлофорного об'єкту повинно стати складання матриці конфліктів.

В матриці конфліктів позначаються декілька відстаней у відповідності до кількості напрямків руху. Це відстані від Стоп-лінії до найдальшої конфліктної точки [5].

Величину елементу матриці конфліктів можливо розрахувати так [5]:

$$B_{ij} = B_{\text{стоп-світ}} + B_{\text{світ-пч}} + B_{\text{траєктор}}, \quad (2.1)$$

де $B_{\text{стоп-світ}}$ – довжина траєкторії руху від місця розташування світлофора до Стоп-лінії;

$B_{\text{світ-пч}}$ – довжина траєкторії руху від місця розташування світлофора до узбіччя проїжджої частини;

$B_{\text{траєктор}}$ – довжина траєкторії руху одиниці транспорту по перехрестю, м.

Матриця конфліктів для перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська представлена таблицею 2.2.

Таблиця 2.2 - Матриця конфліктів для перехрестя вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська, м

Напрямок руху	1	2	5	6
1	-	0	- 25,8	14
2	0	-	14	- 25,8
5	29,5	29,5	-	0
6	29,5	29,5	0	-

На основі таблиці 2.2 перехідні інтервали можливо розрахувати так [5]:

$$t_{\partial_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k}, \quad (2.2)$$

де t_p – час, за який водій сприймає зміну світлофорних сигналів, с;
 V_k – бажана швидкість, за якої повністю зберігається пропускна спроможність вулиці чи дороги, м/с;
 a^k – розрахункове середнє уповільнення автомобілів на підході, м/с²;
 B_i – довжина траєкторії руху перехрестям від однієї Стоп-лінії до іншої (Стоп-лінії зустрічного напрямку), м;
 l_a – середня довжина автомобіля, м.

Ділі фазовий коефіцієнт можливо розрахувати так [5]:

$$y_j^i = \frac{N_j^i}{M_j}, \quad (2.3)$$

де N_j^i – приведена інтенсивність транспортного потоку j -го напрямку, од./год.;
 M_j – потік насичення автомобілями j -го напрямку, од./год.

Після цього фазові коефіцієнти необхідно скласти [5]:

$$Y = \sum y_{\max}^i. \quad (2.4)$$

Далі довжину циклу регулювання можливо розрахувати так [5]:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y}, \quad (2.5)$$

де L_k – втрачений час можливо розрахувати так [5]:

$$L_k = \sum_{j=1}^m (t_{\partial j} - 1). \quad (2.6)$$

Розміри основних тактів можливо розрахувати так [5]:

$$\bar{t}_3^m = \frac{\bar{y}^m}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1, \quad (2.7)$$

де $\bar{y}^m$ – фазовий коефіцієнт тієї фази, яка активна.

Коригуючі коефіцієнти можливо розрахувати так [5]:

$$k_1 = \frac{\frac{B}{V_n} + 5 - t_q^i}{t_3^i}, \quad (2.8)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i}, \quad (2.9)$$

де B – ширина проїжджої частини в місці розташування пішохідного переходу, м;

V_n – швидкість руху пішоходів пішохідним переходом, м/с.

Зазначена методика дозволяє отримати всі елементи, які формують нові програми регулювання на перехресті. Ця методика реалізована в спеціальному програмному забезпеченні. Використання комп'ютерних розрахунків дозволяє уникнути помилок та значно скоротити час їх виконання.

Для отримання результату в програмний продукт потрібно ввести наступні вихідні дані:

- матрицю конфліктів;
- швидкості руху транспорту за напрямками;

- середню довжину автомобіля;
- наявність додаткових секцій світлофору, які регулюють поворотний рух;
- геометричні розміри смуг руху на підходах до перехрестя;
- приведені інтенсивності руху транспорту для кожного напрямку;
- значення радіусів при поворотах, за наявності виділення для цього окремих смуг.

Розрахунки виконуються окремо для ранкових та вечірніх пікових періодів руху. Результати розрахунків зведені в таблицях 2.3 – 2.5.

Таблиця 2.3 - Складові циклу регулювання (7:00 – 8:00)

Такти регулювання	Тривалість елементів циклу, с	
ПТ	1 – 2	6
	2 – 1	6
ОТ	1	38
	2	17
Загальна тривалість циклу – 67 секунд		

Таблиця 2.4 - Складові циклу регулювання (13:00 – 14:00)

Такти регулювання	Тривалість елементів циклу, с	
ПТ	1 – 2	6
	2 – 1	6
ОТ	1	28
	2	18
Загальна тривалість циклу – 58 секунд		

Таблиця 2.5 - Складові циклу регулювання (17:00 – 18:00)

Такти регулювання	Тривалість елементів циклу, с	
	1 – 2	6
ПТ	2 – 1	6
	1	40
ОТ	2	18
Загальна тривалість циклу – 70 секунд		

Порівнюючі дані таблиць 2.3 – 2.5 маємо практично повне співпадіння розрахунків для ранкового та вечірнього періодів. Розрахунки ж для міжпікового періоду дещо відрізняються. Пропонується створення двох програм регулювання – окремо для пікових та міжпікових годин. Відповідні циклограми представлені на рисунках 2.4 і 2.5.

2.3 Усунення недоліків в організації дорожнього руху на перехресті

2.3.1 Усунення недоліків в застосуванні дорожніх знаків

В Україні використання дорожніх знаків регламентовано вимогами Державного стандарту України [6].

З метою запобігання порушень вимог використання дорожніх знаків на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська й для підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків пропонується встановити додаткові дорожні знаки, які зведені в таблицю 2.6.

Безпосереднє використання нових дорожніх знаків на перехресті відображено в переробленій схемі організації дорожнього руху, що представлена на рисунку 2.6.

Таблиця 2.6 – Додаткові потрібні дорожні знаки

№	Шифр знаку	Назва знаку	Кількість знаків
1	5.35.1	Пішохідний перехід	3
2	5.35.2	Пішохідний перехід	6

2.3.2 Усунення недоліків в застосуванні дорожньої розмітки

В Україні використання дорожньої розмітки регламентовано вимогами Державного стандарту України [7].

З метою підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська пропонується повністю поновити дорожню розмітку. Види розмітки, яку потрібно нанести, зведені в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Дорожня розмітка необхідна на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Вид розмітки	Одиниці вимірювання	Кількість
1.1	м ²	8
1.3		5,2
1.5		3,2
1.6		3,2
1.12		16
1.14.1		18,4
Разом		54

Безпосереднє використання дорожньої розмітки на перехресті відображено в переробленій схемі організації дорожнього руху, що представлена на рисунку 2.6.

2.3.3 Переробка схеми організації руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Якісна організація дорожнього руху стоїть в центрі ефективного функціонування транспортної системи у населених пунктах. Це особливо актуально для великих міст, де величезні потоки пасажирів, автотранспорту та пішоходів потребують уважного планування та розподілу ресурсів.

Ключові складові якісної організації дорожнього руху включають [3]:

- комплексний підхід – планування та впровадження стратегій дорожнього руху повинні охоплювати всі аспекти транспортної системи, включаючи різноманітні види транспорту та потреби різних категорій користувачів;

- детальний аналіз та проектування – ефективна організація дорожнього руху базується на глибокому аналізі даних та натурних обстеженнях, що дозволяють врахувати особливості місцевих умов та потреби користувачів;
- управління транспортними потоками – ефективне регулювання потоків транспорту дозволяє уникнути заторів та оптимізувати рух на вулицях та дорогах міста;
- безпека та комфорт пішоходів – забезпечення безпечних умов для пішоходів, включаючи встановлення пішохідних переходів, тротуарів та інфраструктури для забезпечення їхньої безпеки та зручності;
- розвиток громадського транспорту – стимулювання використання громадського транспорту сприяє зменшенню транспортних заторів та забезпечує більш ефективне використання дорожньої мережі;
- управління автостоянками – розумне розміщення та управління автостоянками допомагає зменшити затори та забезпечує зручний доступ до паркувальних місць.

Загалом, якісна організація дорожнього руху є критично важливою для забезпечення ефективного та безпечного транспортного процесу у містах, особливо великих.

Правильна схема організації дорожнього руху є основою для ефективної та безпечної організації самого руху на дорогах. Якість цієї схеми визначає результати фактичної організації транспорту, включаючи транспортні затори, умови руху та рівень безпеки.

Схема організації дорожнього руху - це детальне планування вулично-дорожньої мережі з нанесенням всіх необхідних елементів для організації безпечного та ефективного руху. Ці елементи включають в себе дорожні знаки

різних категорій, вертикальну та горизонтальну дорожню розмітку, світлофори для транспорту та пішоходів, а також різноманітні види огорож та інші технічні засоби. Ця схема враховує різні аспекти дорожнього руху, такі як потоки транспорту, місцеві умови та безпекові вимоги. Вона допомагає встановити правила та порядок руху на дорогах, що сприяє запобіганню аваріям, зменшенню заторів та забезпеченню зручних умов для всіх учасників дорожнього руху.

Із урахуванням всіх запропонованих змін пропонується нова схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська, яка представлена на рисунку 2.6.

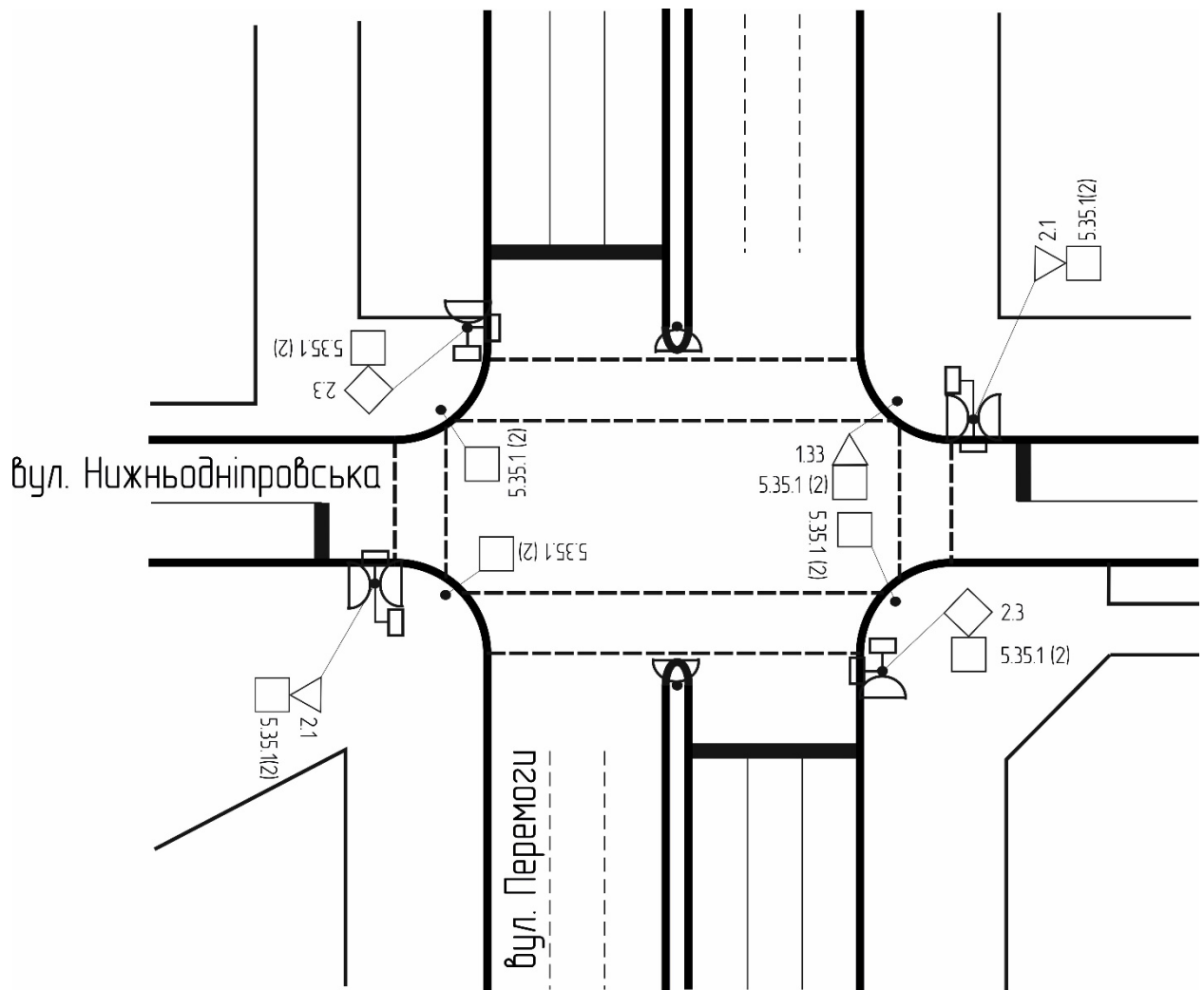


Рисунок 2.6 – Перероблена схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська

Оновлення схеми дорожнього руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська повинно призвести до підвищення загального рівня безпеки руху всього транспортного потоку й автобусів маршруту № 14 зокрема.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Запропоновані в дипломній роботі заходи з підвищення безпеки руху рухомого складу автобусного маршруту № 14 вимагають певних грошових витрат на впровадження. Склад запропонованих заходів наступний:

- додаткове освітлення 2-х пішохідних переходів;
- встановлення спеціалізованої пішохідної огорожі;
- зміна режимів регулювання на перехресті;
- встановлення додаткових дорожніх знаків;
- нанесення дорожньої розмітки.

Фактичний розмір капітальних вкладень можливо розрахувати так, грн.:

$$K = K_{oc} + K_{ог} + K_{ок} + K_{зн} , \quad (3.1)$$

де K_{oc} – розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням 2-х спеціалізованих світильників для пішохідних переходів та виконанням робіт з їх підключення і встановлення, грн.

$K_{ог}$ – розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням пішохідної огорожі та виконанням робіт з її встановлення, грн.;

$K_{ок}$ – розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням та встановленням нового дорожнього контролеру для реалізації багатопрограмного регулювання, грн.;

$K_{зн}$ – розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням дорожніх знаків та виконанням робіт з їх встановлення, грн.

Фактичний розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням 4-х спеціалізованих світильників (по два світильника на перехід через значну ширину проїжджої частини по вулиці Перемоги) для пішохідних переходів та виконанням робіт з їх підключення і встановлення можливо розрахувати так, грн:

$$K_{oc} = 4(C_{cv} + C_{встcv} + C_{підcv}) , \quad (3.2)$$

де C_{cv} – фактична грошова вартість одного спеціалізованого світильника із засобами кріплення, грн.;

$C_{встcv}$ – фактична грошова вартість проведення всіх робіт по встановленню одного світильника, грн;

$C_{підcv}$ – фактична грошова вартість проведення всіх робіт по підключенню одного світильника, грн.

$$K_{oc} = 4 \cdot (36000 + 1361 + 515) = 151504 \text{ грн.}$$

Фактичний розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням пішохідної огорожі та виконанням робіт з її встановлення можливо розрахувати так, грн:

$$K_{oz} = L_{oz} \cdot C_{oz} , \quad (3.3)$$

де L_{oz} – загальна довжина пішохідної огорожі, яку потрібно встановити, м;

C_{oz} – фактична грошова вартість одного погонного метру пішохідної огорожі, грн.

$$K_{oz} = 80 \cdot 3200 = 256000 \text{ грн.}$$

Робочі характеристики, які визначають тип такого приладу, як новий багатопрограмний дорожній контролер можуть визначати великі розбіжності у

вартості такого приладу. На перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська за нових умов запропоноване програмне регулювання, яке включатиме дві робочі програми. Щоб реалізувати це немає потреби у встановленні потужного й складного дорожнього контролеру. Цілком достатньо буде використати контролер моделі ДК-АТ орієнтовною вартістю (враховуючи роботи із підключення та встановлення) $K_{ок} = 160000$ грн.

Фактичний розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням дорожніх знаків та виконанням робіт з їх встановлення на дорожні знаки можливо розрахувати так, грн:

$$K_{зн} = C_{зн} + C_{вст.зн} , \quad (3.4)$$

де $C_{зн}$ – фактична грошова вартість дорожніх знаків, які потрібно встановити, грн.;

$C_{вст.зн}$ – фактична грошова вартість проведення всіх робіт по встановленню дорожніх знаків, грн.

Всі дорожні знаки, які потрібно встановити, зібрані в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Всі дорожні знаки, які потрібно встановити

№	Дорожні знаки, які потрібно встановити		
	Фактична кількість	Фактична ціна за одиницю	Фактична вартість одиниці
5.35	9	951	8559
Разом	9	-	8559

Фактичну грошову вартість проведення всіх робіт по встановленню дорожніх знаків можливо розрахувати так, грн:

$$C_{вст.зн} = C_{I\,зн} \cdot N_{зн} , \quad (3.5)$$

де $C_{I\,зн}$ – фактична грошова вартість проведення робіт зі встановлення одного дорожнього знаку (із врахуванням матеріалів);

$N_{зн}$ – фактична кількість дорожніх знаків.

$$C_{вст.зн} = 361 \cdot 9 = 3249 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 8559 + 3249 = 11808 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення, які потрібні для підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків:

$$K = 151504 + 256000 + 160000 + 11808 = 579312 \text{ грн.}$$

Фактичний розмір експлуатаційних витрат при організації дорожнього руху можливо розрахувати так, грн. [8]:

$$C_{експл} = C_p + C_a , \quad (3.6)$$

де C_p – фактична грошова вартість робіт з обслуговування та ремонту, грн.;

C_a – фактична грошова вартість витрат на амортизаційні відрахування для подальшого оновлення обладнання, грн.

Фактичну грошову вартість робіт з обслуговування та ремонту можливо розрахувати так, грн. [8]:

$$C_p = K_e \cdot n_p / 100 , \quad (3.7)$$

де K_{δ} – фактична грошова вартість обладнання (світильники, пішохідна огорожа, дорожній контролер, дорожні знаки), грн.;
 n_p – існуючий норматив відрахувань, %.

$$C_p = 579312 \cdot 5 / 100 = 28966 \text{ грн.}$$

Фактичний розмір амортизаційних відрахувань можливо розрахувати так, грн. [8]:

$$C_a = K_{\delta} \cdot n_a / 100 , \quad (3.8)$$

де n_a – існуючий норматив відрахувань, %.

$$C_a = 579312 \cdot 24 / 100 = 139035 \text{ грн.}$$

Фактичний розмір експлуатаційних витрат:

$$C_{\text{експл}} = 28966 + 139035 = 168001 \text{ грн.}$$

Потрібно врахувати, що до поточних витрат відносять також наявні витрати пов'язані з нанесенням чи поновленням дорожньої розмітки кожного року. В таблиці 3.2 наведена фактична наявна вартість цих робіт.

Фактичний розмір загальних поточних грошових витрати при організації дорожнього руху:

$$C_{\text{поточ}} = 159102 + 15490 = 174592 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2 – Розмір грошових витрат на дорожню розмітку

№ розмітки	Одиниці ви- міру	Кількість одиниць	Ціна за оди- ницю, грн	Загальна вар- тість, грн
1.1	м ²	8	304,93	2439
1.3		5,2		1586
1.5		3,2		976
1.6		3,2		976
1.12		16		4879
1.14.1		18,4		5611
Разом		54		16466

Після реалізації заходів з підвищення безпеки руху очікується зниження кількості дорожньо-транспортних пригод та зменшення транспортних затримок на перехресті. Саме за рахунок цього планується реалізувати згадані вище заходи. Розрахунок можливо виконати так, грн. [8]:

$$E = (C_{тр}^p - C_{тр}^{np}) + \Delta C_{дтп} - C_{пот} , \quad (3.9)$$

де $C_{тр}^p, C_{тр}^{np}$ – грошовий еквівалент затримок транспорту по видах до впровадження заходів та після їх реалізації, грн.;

$\Delta C_{дтп}$ – очікуване зменшення збитків від дорожньо-транспортних пригод, грн.

Розрахунок річних витрат транспорту через затримки руху можливо розрахувати так [8]:

$$C_{тр} = S \cdot Z , \quad (3.10)$$

де S – грошовий еквівалент 1 певного транспортного засобу, грн;
 Z – річні затримки певних транспортних засобів, год.

Значення вартості 1 машино-години зведено по типах автомобілів в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Грошовий еквівалент години затримки

№	ТЗ	Вартість 1 машино-години, грн.
1	легковий	233,72
2	мікроавтобус	454,36
3	автобус	681,55
4	вантажний	377,75

Затримки транспорту були отримані при розрахунках параметрів світлофорного регулювання й зведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Річні затримки транспорту

Річні затримки транспорту на перехресті, год	
до реалізації заходів	після реалізації заходів
7054	6463

У відповідності до п. 1.4 в таблицю 3.5 зведено інформацію по складу транспортних потоків.

Таблиця 3.5 – Розподіл складу транспортного потоку

№	Тип транспортного засобу	Частка в транспортному потоці, %
1	легковий	83
2	мікроавтобус	5
3	автобус	2
4	вантажний	10

Загальний розмір затримок транспорту до впровадження пропонованих заходів:

$$C_{mp}^p = (0,83 \cdot 233,72 + 0,05 \cdot 454,36 + 0,02 \cdot 681,55 + 0,1 \cdot 377,75) \cdot 7054 = 1891260$$

грн.

Загальний розмір затримок транспорту після впровадження пропонованих заходів:

$$C_{mp}^p = (0,83 \cdot 233,72 + 0,05 \cdot 454,36 + 0,02 \cdot 681,55 + 0,1 \cdot 377,75) \cdot 6463 = 1732805$$

грн.

За три роки відбулося 8 дорожньо-транспортних пригод. В цих пригодах загинула 1 людина, отримали ушкодження 3 людини (див. п.1.6). Середні збитки зі рік від дорожньо-транспортних пригод можливо розрахувати так, грн. [8]:

$$C_{ДТП}^{існ} = \frac{K_3 \cdot \Pi_3 + K_{II} \cdot \Pi_{II} + K_M \cdot \Pi_M}{3}, \quad (3.11)$$

де K_z, K_n, K_m – фактичні дорожньо-транспортні пригоди із різними наслідками (відповідно із загиблими людьми, із ушкодженими людьми, виключно із матеріальними збитками);

C_z, C_n, C_m – умовна грошова вартість різних наслідків (відповідно загибелі людини, ушкодження людини, ушкодження майна), грн.

Умовні грошові вартості різних наслідків:

- загибель людини $C_z = 256000$ грн.;
- ушкодження людини $C_n = 192000$ грн.;
- ушкодження майна $C_m = 128000$ грн.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = (256000 + 3 \cdot 192000 + 4 \cdot 128000) / 3 = 448000 \text{ грн.}$$

Фактичне зниження збитків від дорожньо-транспортних пригод залежить від характеру заходів, які планується виконати для підвищення безпеки руху. У [8] наведений цілий ряд коефіцієнтів зниження в залежності від виду заходу. В таблиці 3.6 вибрані такі коефіцієнти для нашого випадку.

Таблиця 3.6 – Коефіцієнти зниження збитків від ДТП [8]

Заплановані організаційні заходи	Коефіцієнт
додаткове освітлення пішохідних переходів	0,45
встановлення пішохідної огорожі	0,3
встановлення додаткових дорожніх знаків	0,15
відновлення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23

Коригуючий коефіцієнт зниження збитків можливо розрахувати так, грн. [8]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1) (1 - k_2) (1 - k_3) \dots (1 - k_n). \quad (3.12)$$

$$\Delta k = 1 - (1-0,45) \cdot (1-0,3) \cdot (1-0,15) \cdot (1-0,23) = 0,748.$$

Очікуване зменшення збитків від дорожньо-транспортних пригод можливо розрахувати так, грн. [7]:

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = \Delta k \cdot C_{\text{ДТП}}^i. \quad (3.13)$$

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,748 \cdot 448000 = 335104 \text{ грн.}$$

Отже, очікувана економія може скласти:

$$E = (1891260 - 1732805) + 335104 - 174592 = 318967 \text{ грн.}$$

Очевидно, що завдяки очікуваній економії грошей капітальні вкладення окупляться вже на другий рік. Саме тому можна зробити висновок, що заходи з підвищення безпеки руху автобусів на маршруті № 14 не тільки забезпечать значно більшу безпеку руху пасажирів, але й будуть мати значне економічне обґрунтування.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі основна увага була приділена питанням поліпшення організації пасажирських перевезень та підвищення їх безпеки на автобусному маршруті № 14.

В ході виконання роботи була проаналізована організація дорожнього руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська, який є одним з найнебезпечніших перехресть на автобусному маршруті № 14. З цією метою на цьому перехресті проведене ретельне дослідження транспортних та пішохідних потоків, отримані дані щодо їх інтенсивностей та складу. Проаналізований рівень потенційної складності цього перехрестя.

З метою підвищення безпеки руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська запропоновано поліпшення організації та безпеки пішохідного руху шляхом додаткового спеціалізованого освітлення двох пішохідних переходів та встановлення захисної пішохідної огорожі для запобігання раптовому виходу пішоходів на проїжджу частину.

Запропонована зміна режимів регулювання на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська та перехід на двофазну схему регулювання у відповідності до спостереженим об'ємам руху транспорту, що дозволить дещо знизити транспортні затримки.

В роботі проаналізована та відкоригована діюча схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.

Для оцінки запропонованих заходів був виконаний ряд економічних розрахунків. Ці розрахунки повністю підтвердили доцільність впровадження заходів для підвищення загального рівня безпеки руху на перехресті вул. Перемоги – вул. Нижньодніпровська.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Маршрутне таксі № 14 міста Запоріжжя. URL: <https://www.eway.in.ua/ua/cities/zaporizhzhya/routes/52> (дата звернення: 20.05.2024).
2. Паспорт автобусного маршруту № 14 регулярних перевезень «вул. Історична – Міська лікарня № 5» - 52 с.
3. 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, 2012. – 467 с.
4. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-199> (дата звернення: 24.05.2024).
5. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.
6. ДСТУ 4100:2014 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4100_2014.pdf (дата звернення: 24.05.2024)
7. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_2587_2021.pdf (дата звернення: 24.05.2024)
8. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.