

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 ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В
ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ ІЗ ЗНАЧНИМ ЛІВОПОВОРОТНИМ ПОТОКОМ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-311сп

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

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

БОНДАР С.С.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник РАЙДА І.М.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент АРТЮХ О.М.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

2024

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)

БОНДАРЯ Сергія Сергійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення безпеки руху транспортних потоків в транспортному вузлі із значним лівоповоротним потоком
 керівник проєкту (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 проєкту (роботи) 10.06.2024 р.
 3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі характеристики транспортних та пішохідних потоків, 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 безпеки руху на перехресті при виконанні повороту ліворуч, 2.1.1 Можливі шляхи підвищення безпеки руху на перехресті, 2.1.2 Розділення зустрічних транспортних потоків вулицею Б. Хмельницького в межах перехрестя, 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 пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького, 2.3 Усунення недоліків в організації дорожнього руху на перехресті, 2.3.1 Усунення недоліків в застосуванні дорожніх знаків, 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)

Сергій БОНДАР
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 62 стор., 15 табл., 31 рис., 7 використаних джерел.

БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНІЙ ЗНАК, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ, КАНАЛІЗУВАННЯ РУХУ, ОБСЯГИ РУХУ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХОДИ, РЕЖИМИ РЕГУЛЮВАННЯ, РОЗДІЛОВА СМУГА, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК

Об'єкт дослідження – міський транспортний вузол із значним лівоповоротним потоком.

Мета роботи – поліпшення організації транспортних потоків та підвищення їх безпеки.

Метод дослідження – аналітичний.

В дипломній роботі розглянуті особливості організації транспортних потоків на перехрестях із значним лівоповоротним рухом.

Розглянуті питання організації дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького. Зібрані основні характеристики транспортних та пішохідних потоків на зазначеному перехресті. Визначена потенційна складність цього перехрестя.

Приділено увагу значному підвищенню безпеки руху транспорту на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького. Зроблена перевірка відповідності режимів регулювання на цьому перехресті наявним обсягам руху транспорту.

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 Загальні питання організації дорожнього руху в транспортних вузлах.....	8
1.1.1 Поняття транспортного вузла міської вулично-дорожньої мережі.....	8
1.1.2 Особливості організації руху в транспортних вузлах із значними лівоповоротними потоками.....	9
1.2 Аналіз перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького.....	13
1.3 Розрахунок потенційної складності перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького	17
1.4 Дослідження транспортних та пішохідних потоків на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького.....	18
1.5 Аналіз загальної організації управління дорожнім рухом на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького.....	24
1.6 Загальний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького.....	27
1.7 Постановка задач на дипломну роботу.....	31
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	32
2.1 Підвищення безпеки руху на перехресті при виконанні повороту ліворуч.....	32
2.1.1 Можливі шляхи підвищення безпеки руху на перехресті..	32
2.1.2 Розділення зустрічних транспортних потоків вулицею Б. Хмельницького в межах перехрестя.....	34

2.2 Приведення режимів регулювання у відповідність до наявних обсягів руху.....	37
2.2.1 Сучасні аспекти регулювання перехресть	37
2.2.2 Перевірка необхідності корегування режимів роботи сві- тлофорів на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельниць- кого.....	40
2.3 Усунення недоліків в організації дорожнього руху на перехресті.	47
2.3.1 Усунення недоліків в застосуванні дорожніх знаків.....	47
2.3.2 Усунення недоліків в застосуванні дорожньої розмітки...	47
2.3.3 Переробка схеми організації руху на перехресті пр. Мета- лургів – вул. Б. Хмельницького.....	48
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	52
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	62

ВСТУП

Якісна організація руху транспортних потоків – одна з головних складових, які забезпечують нормальне функціонування будь-якого населеного пункту. Й чим більшим є цей населений пункт, тим складнішими є задачі організації дорожнього руху.

Місто, особливо велике місто, розвивається поступово, охоплюючи все більше території, формуючі при цьому вулично-дорожню мережу. Із ростом міста в ньому збільшується кількість населення, а, відповідно, й кількість транспорту. З плином часу вулиці та дороги особливо в центральних частинах міст починають переповнюватися транспортом через нестачу своєї пропускної спроможності. Виникають транспортні затори, знижуються швидкості руху, транспорт починає функціонувати неефективно.

З іншого боку при збільшенні кількості автомобільного транспорту гостро постає проблема безпеки руху. Зростання кількості та тяжкості дорожньо-транспортних пригод стає на сучасному етапі розвитку урбаністики однією із найважливіших проблем. Загальна безпека всіх учасників дорожнього руху, будь то водії чи пасажери транспортних засобів чи пішоходи, стає обов'язковим критерієм оцінки загального рівня організації руху транспортних потоків.

В цьому сенсі місто Запоріжжя, як одне з найбільших міст України, також потребує додаткової уваги до питань організації дорожнього руху. Місто Запоріжжя має розвинену вулично-дорожню мережу, але зі своїми особливостями та нюансами. Саме тому в дипломній роботі будуть розглядатися питання удосконалення організації руху транспортних потоків на певних елементах дорожньої мережі міста Запоріжжя.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні питання організації дорожнього руху в транспортних вузлах

1.1.1 Поняття транспортного вузла міської вулично-дорожньої мережі

Найпростішим транспортним вузлом на вулично-дорожній мережі населеного пункту є перехрестя вулиць в одному рівні.

Перехрестя, які утворюються міськими вулицями, за характером організації руху поділяються на дві наступні групи [1]:

- перехрестя в одному рівні;
- перехрестя в різних рівнях (транспортні розв'язки).

Транспортні розв'язки характерні для стабільно насичених рухом транспортних магістралей і в умовах існуючої забудови зустрічаються доволі не часто. Таким чином часто організовуються в'їзди-виїзди до великих міст, багатосмугових мостів через річки, тощо. Більшість же перехресть в містах є перехрестями першої групи, тобто перехрестями в одному рівні.

За своїм планувальним рішенням перехрестя в одному рівні можна класифікувати наступним чином [1]:

- прості (не мають направляючих пристроїв, споруд, організуючих рух планувальних елементів);
- каналізовані (мають спеціальні островки, відокремлені спеціальні смуги руху(з'їзди), тощо).

Найбільш зручним для організації руху є перехрестя двох вулиць під кутом в 90° . В цьому випадку поворотні потоки будуть рухатися по оптимальним траєкторіям, звичним для водіїв, а розташування пішохідних переходів є зручним й на найкоротших відстанях.

Перехрестя вулиць під меншими кутами (особливо менше 60°) значно ускладнюють рух поворотних потоків. Виникають труднощі із розташуванням пішохідних переходів через особливості геометрії таких перехресть.

1.1.2 Особливості організації руху в транспортних вузлах із значними лівоповоротними потоками

Організація руху на перехрестях із значними лівоповоротними потоками є дуже складною для транспортного інжинірингу. Такі перехрестя часто викликають проблеми з безпекою та ефективністю руху через конфлікти між транспортними потоками. Для вирішення цих проблем застосовуються різні методи організації руху, які можуть включати як інженерні рішення, так і технічно-організаційні особливості регулювання.

Основні проблеми на перехрестях із значними лівоповоротними потоками є наступними.

По-перше, це конфлікти із зустрічним рухом (див. рис. 1.1). При виконанні лівого повороту транспортні засоби повинні перетинати смуги зустрічного руху, що може призвести до аварій [1].

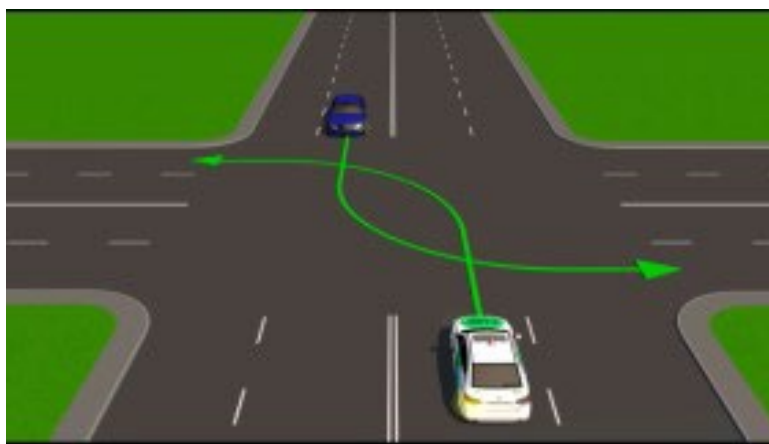


Рисунок 1.1 - Конфлікт із зустрічним рухом при повороті ліворуч

По-друге, це затримки та зниження пропускної спроможності. Лівоповоротні потоки можуть створювати затори, особливо під час пікових годин, що знижує загальну пропускну спроможність перехрестя [1] (див. рис. 1.2).

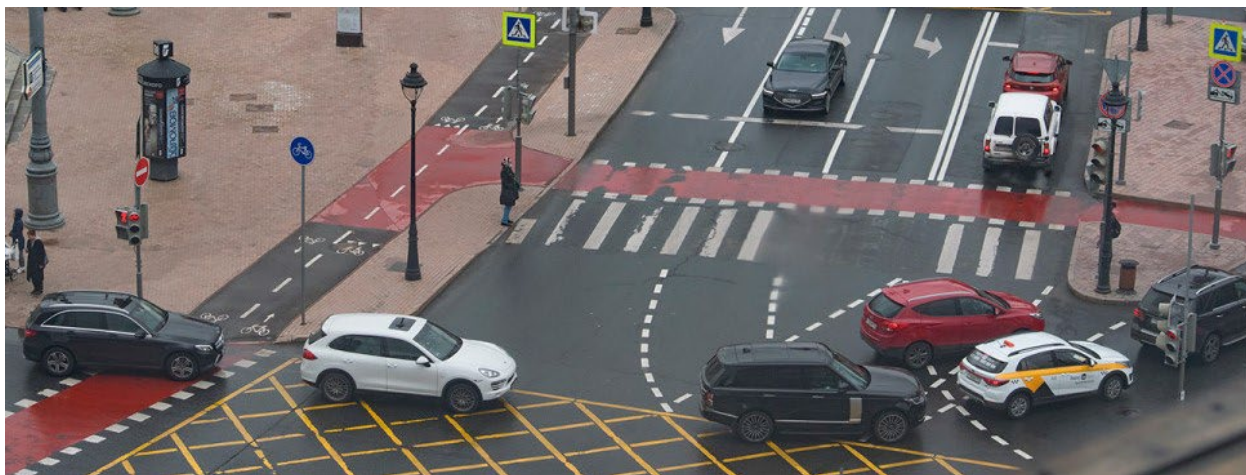


Рисунок 1.2 - Лівоповоротні потоки створюють затори

По-третє, це проблеми з безпекою пішоходів і велосипедистів. Пішоходи і велосипедисти, які перетинають дорогу на перехресті, можуть потрапити під загрозу від транспортних засобів, що виконують лівий поворот [1] (див. рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Конфлікт лівоповоротного потоку із пішоходами
та велосипедистами

Для того, щоб вирішити зазначені вище проблеми існують певні методи організації руху на перехрестях із значними лівоповоротними потоками.

По-перше, це виділені смуги для лівого повороту (див. рис. 1.4). Створення окремих смуг для транспортних засобів, які здійснюють лівий поворот, допомагає зменшити конфлікти з іншими потоками. Це дозволяє лівоповоротним транспортним засобам накопичуватися окремо від прямих потоків [1].

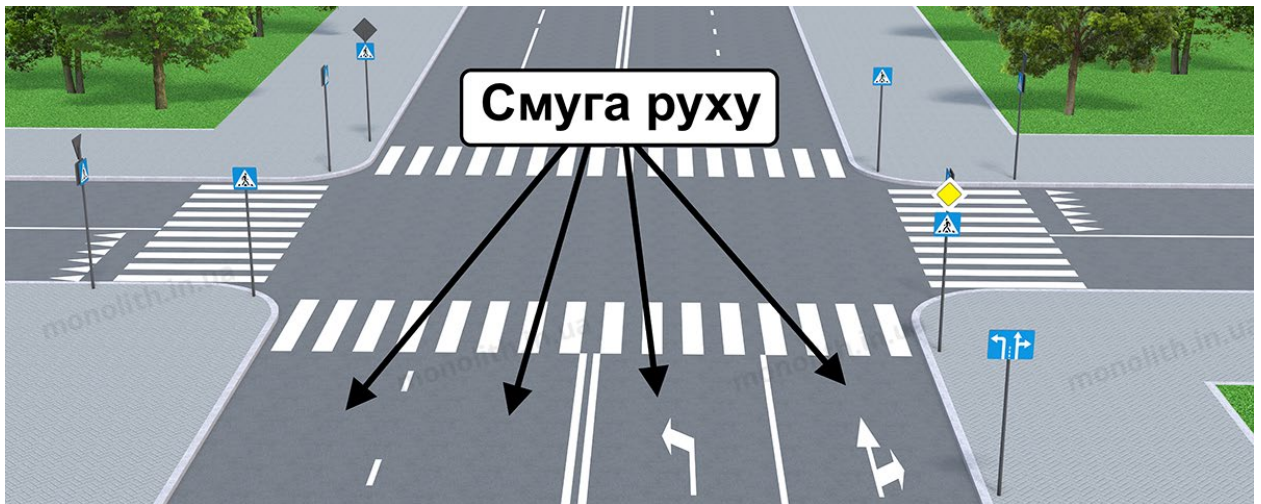


Рисунок 1.4 – Виділена смуга для лівого повороту

По-друге, спеціальні сигнали світлофорів для лівого повороту (див. рис. 1.5). Використання додаткових сигналів світлофорів, які дають дозвіл на виконання лівого повороту лише в певні моменти, коли зустрічний потік зупинений. Це знижує ймовірність конфліктів і аварій [1].

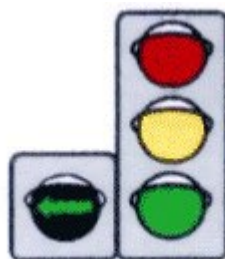


Рисунок 1.5 – Використання світлофорів із додатковою секцією

По-третє, це кільцеві розв'язки (див. рис. 1.6). Кільцеві розв'язки є ефективним рішенням для зниження кількості конфліктів на перехрестях з інтенсивними лівоповоротними потоками. Вони забезпечують безперервний рух і знижують потребу у зупинках на світлофорах [1].



Рисунок 1.6 – Приклад кільцевої розв'язки

Й, на кінець, фізичне розмежування потоків (див. рис. 1.7) – установка фізичних бар'єрів або роздільних островків для відокремлення лівоповоротних потоків від інших транспортних засобів. Це допомагає уникнути небажаних конфліктів та зменшити ймовірність аварій [1].

Отже, організація руху на перехрестях із значними лівоповоротними потоками потребує комплексного підходу, який включає як інженерні рішення, так і технологічні інновації. Ефективне управління такими перехрестями здатне підвищити безпеку, зменшити затримки та покращити загальну ефективність транспортної системи. Вибір конкретних методів залежить від характеристик перехрестя, інтенсивності руху, геометрії дороги та інших факторів, які визначають оптимальне рішення для кожного окремого випадку.



Рисунок 1.7 – Приклад розділового острівка

В якості прикладу такого перехрестя в дипломній роботі пропонується розглянути перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького.

1.2 Аналіз перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького розташоване у Вознесенівському районі міста Запоріжжя.

Проспект Металургів – магістральна вулиця міського значення (див. рис. 1.8), одна з автомобільних артерій, яка обслуговує основний промисловий майданчик міста Запоріжжя. Також проспект Металургів поєднує Заводський район із центральною частиною міста Запоріжжя.

Вулиця Б. Хмельницького також носить характер магістральної але має районне значення (див. рис. 1.9). Вона проходить повздовж проспекту Соборного у Вознесенівському районі міста Запоріжжя.

Рух вантажного транспорту на перехресті дозволений з двох підходів – проспектом Металургів від вулиці Перемоги й вулицею Б. Хмельницького від Дніпровської греблі.

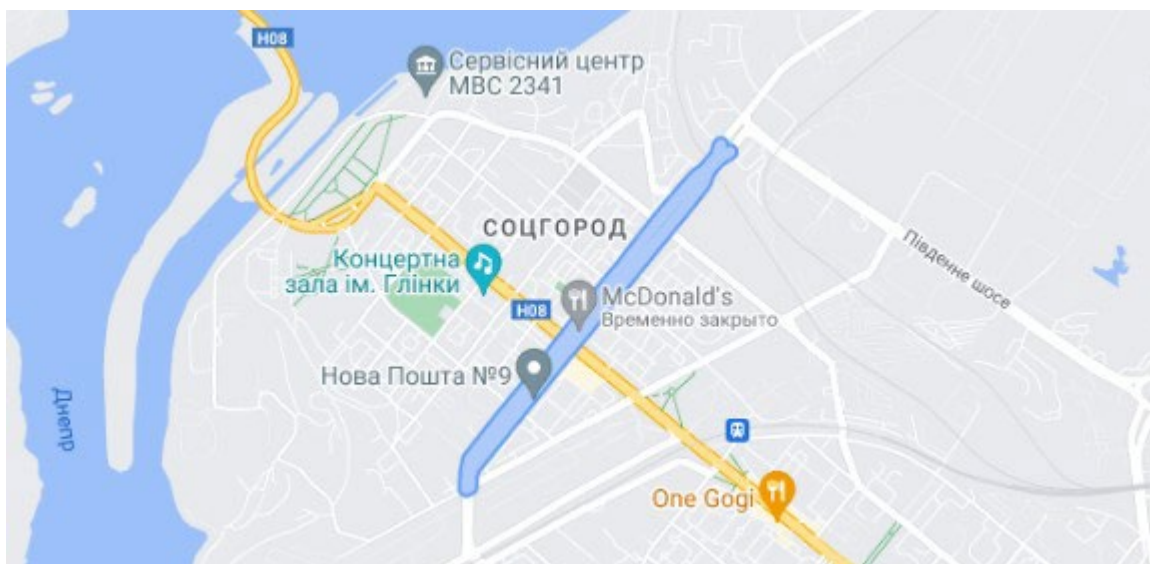


Рисунок 1.8 – Проспект Металургів

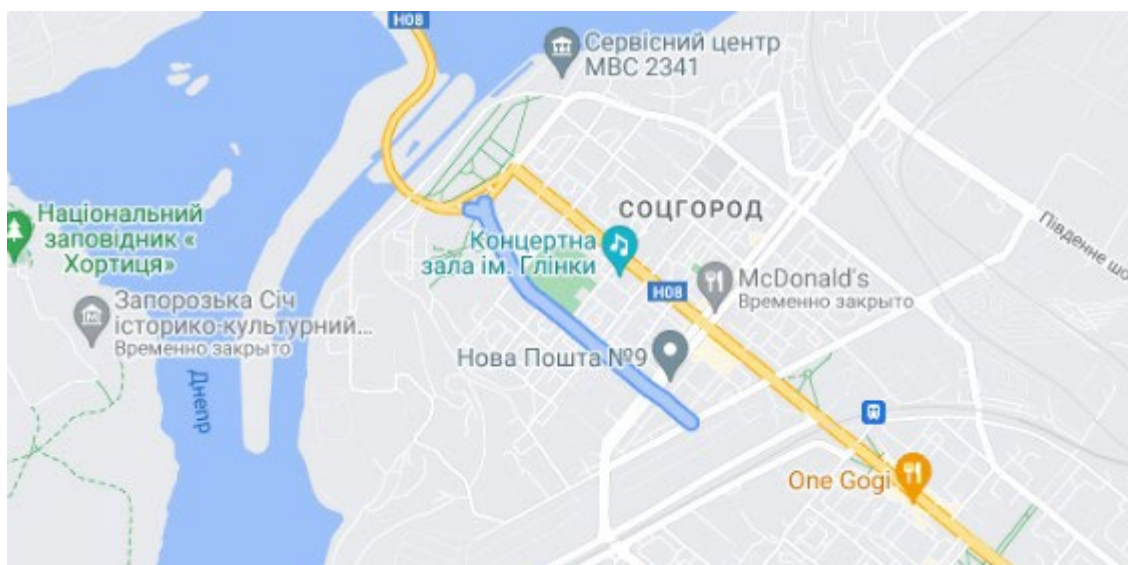


Рисунок 1.9 – Вулиця Б. Хмельницького

Особливістю перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького є значний лівоповоротний потік з пр. Металургів (при русі від вул. Перемоги) на вул. Б. Хмельницького (в бік Дніпровської греблі).

На рисунку 1.10 наведено розташування перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького на вулично-дорожній мережі міста Запоріжжя.

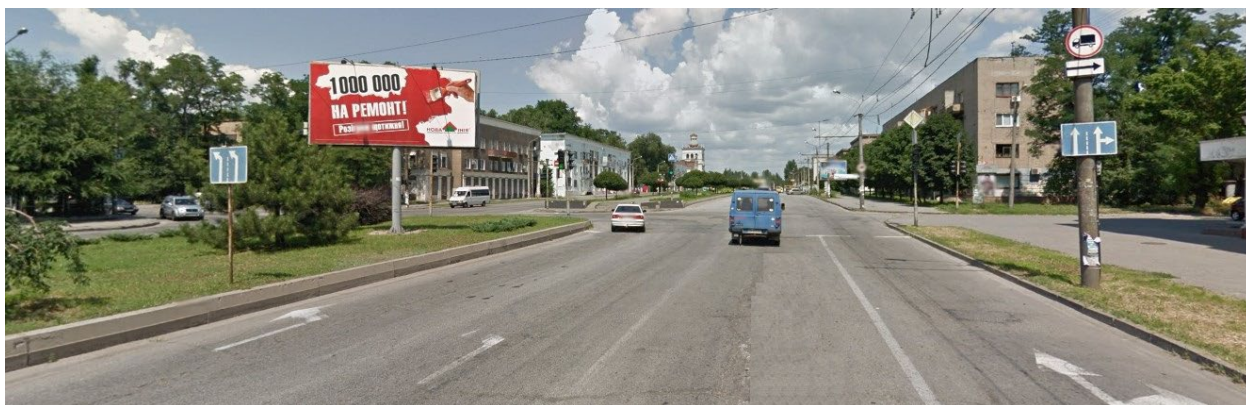


Рисунок 1.12 – Вид на перехрестя з проспекту Металургів
(при русі від вул. Перемоги)

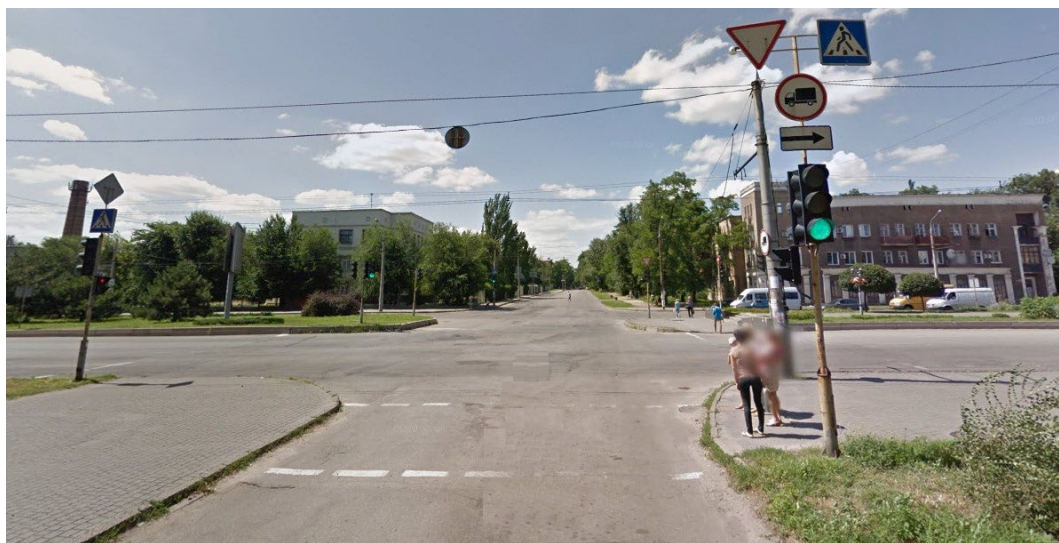


Рисунок 1.13 – Вид на перехрестя з вулиці Б. Хмельницького
(при русі до Дніпровської греблі)

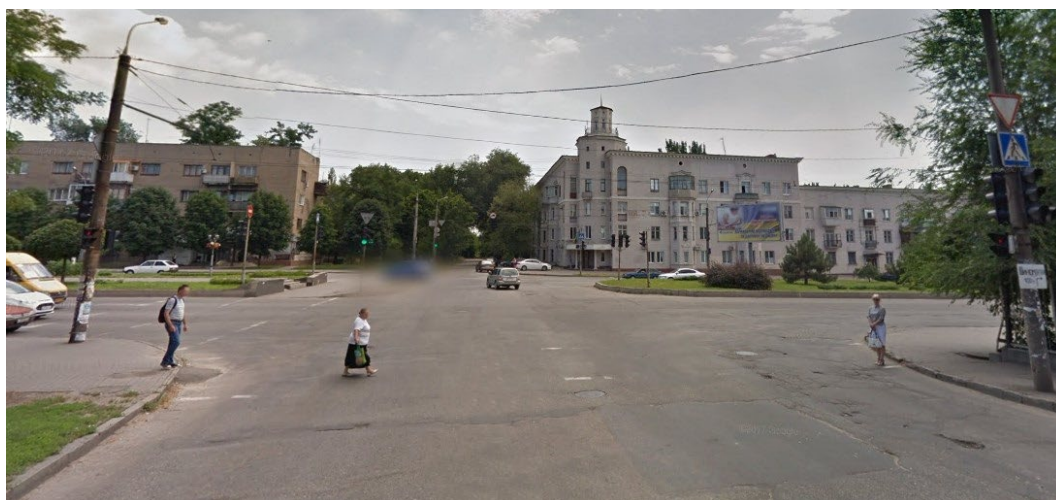


Рисунок 1.14 – Вид на перехрестя з вулиці Б. Хмельницького
(при русі від Дніпровської греблі)

До особливостей організації руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького слід віднести:

- проспект Металургів в районі перехрестя має по чотири смуги руху в кожному напрямку;
- заборонений поворот ліворуч при русі проспектом Металургів від проспекту Соборного;
- на підході до перехрестя проспектом Металургів з боку вулиці Перемоги мають місце дві виділені смуги руху для повороту ліворуч;
- вулиця Б. Хмельницького має дві смуги руху (по одній в кожний бік) на підході до перехрестя при русі до Дніпровської греблі;
- вулиця Б. Хмельницького має чотири смуги руху (по дві в кожний бік) на підході до перехрестя при русі від Дніпровської греблі.

1.3 Розрахунок потенційної складності перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

З метою оцінки реальної потенційної складності перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького 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 [2]:

$$m = n_e + 3n_z + 5n_n \quad (1.1)$$

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 1.15 наводимо розташування всіх конфліктних точок на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького.

Згідно рисунку 1.15, на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького наявна наступна кількість конфліктних точок за типами: відхилення – 5; злиття – 7; перетин – 31.

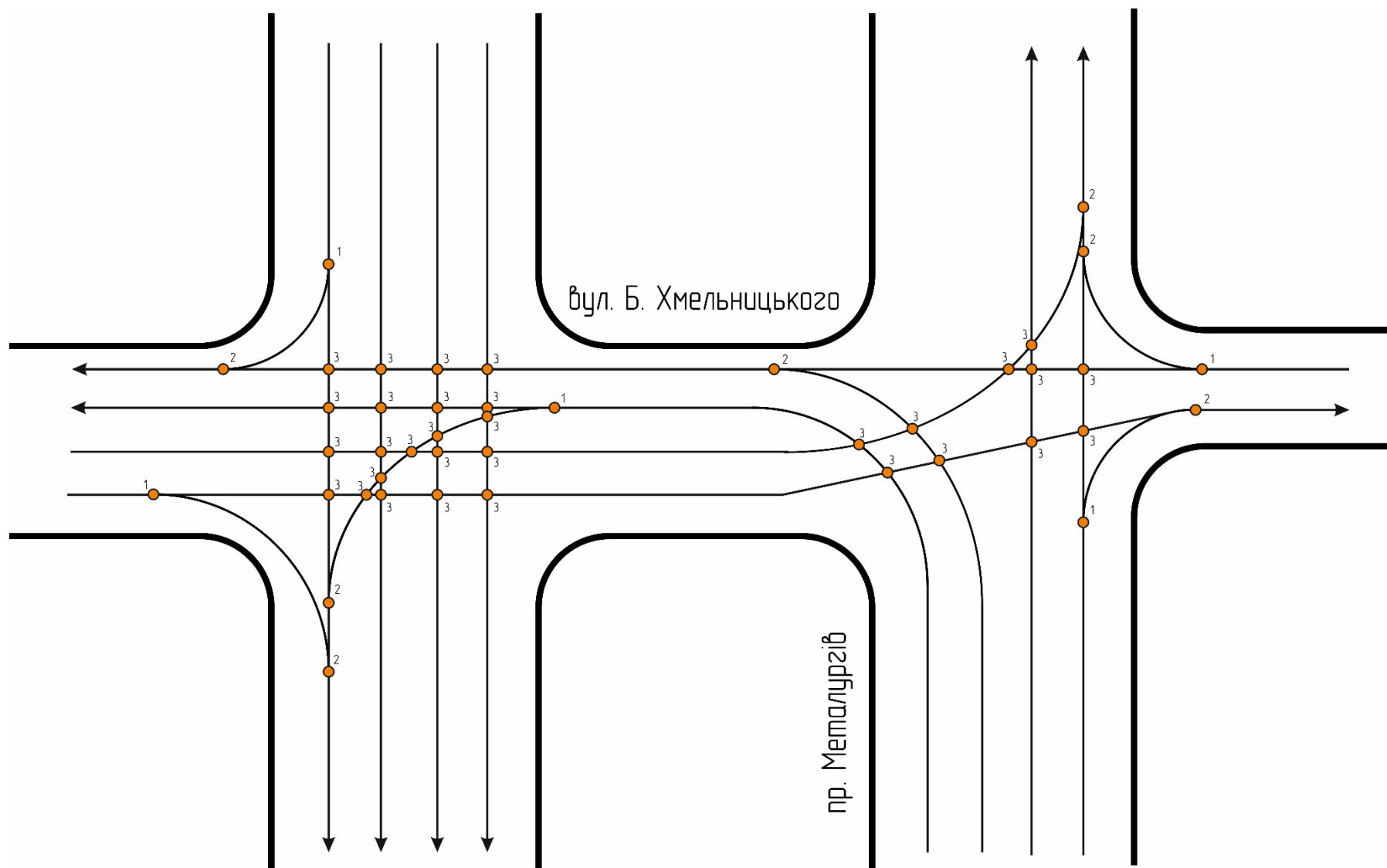
$$m = 5 + 7 \cdot 3 + 31 \cdot 5 = 181.$$

За наявною класифікацією складності перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького відноситься до дуже складних перехресть [2].

1.4 Дослідження транспортних та пішохідних потоків на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Для виконання якісного аналізу транспортних та пішохідних потоків необхідне 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 [2].



1 – відхилення, 2 – злиття, 3 перетин

Рисунок 1.15 – Конфліктні точки на перехресті

Для отримання значень інтенсивностей руху транспорту на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького було виконано відповідне дослідження. Безпосередньо підраховувалися інтенсивності транспортних потоків за всіма наявними напрямками руху в пікові періоди насичення рухом та між ними. Фактична інтенсивність руху фіксувалася із розбивкою за типами транспортних засобів.

Існуючі напрямки руху для подальших розрахунків представлені на рисунку 1.16.

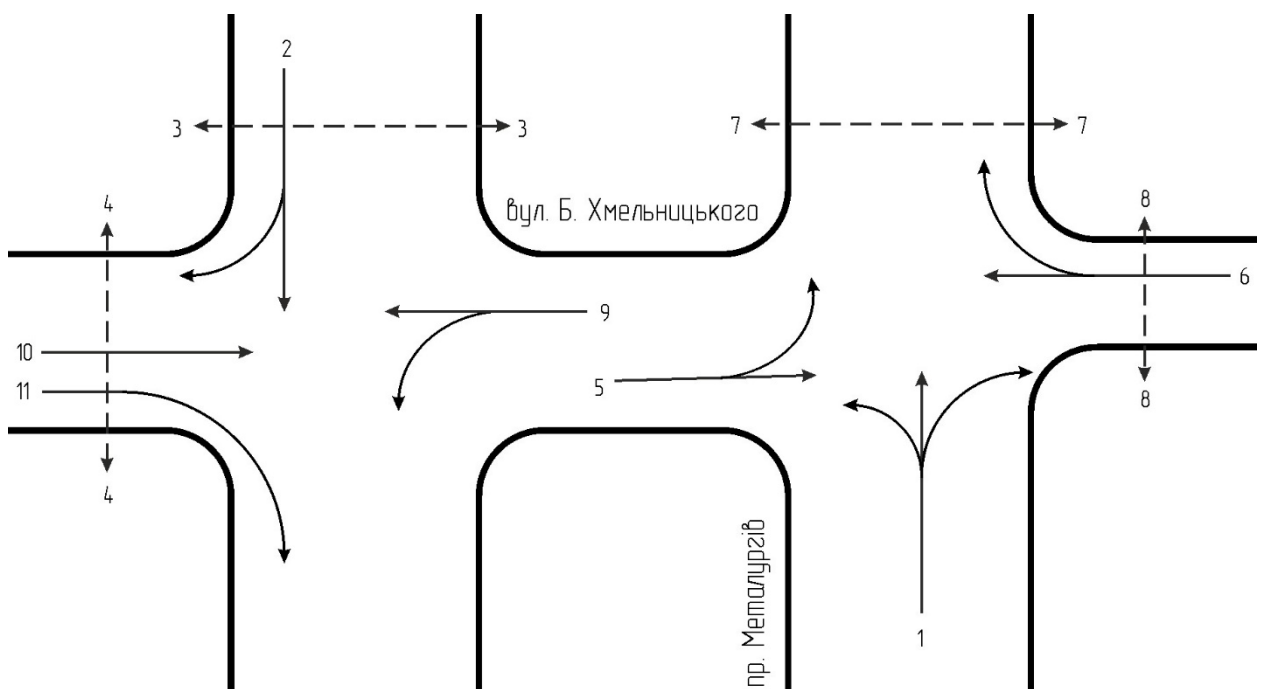


Рисунок 1.16 – Напрямки руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Для отримання значень інтенсивностей руху транспорту на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького було виконано відповідне дослідження. Безпосередньо підраховувалися інтенсивності транспортних потоків за всіма наявними напрямками руху (див. рис. 1.16) в пікові періоди насичення рухом та між ними. Фактична інтенсивність руху фіксувалася із розбивкою за типами транспортних засобів.

Отримані інтенсивності для спрощення подальшого їх використання необхідно привести до умовного легкового автомобіля, отримуючи в подальшому однакові одиниці виміру [2]:

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

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 на рисунках 1.17-1.19.

Інтенсивність руху на перехресті складає близько 2000 одиниць транспорту за годину.

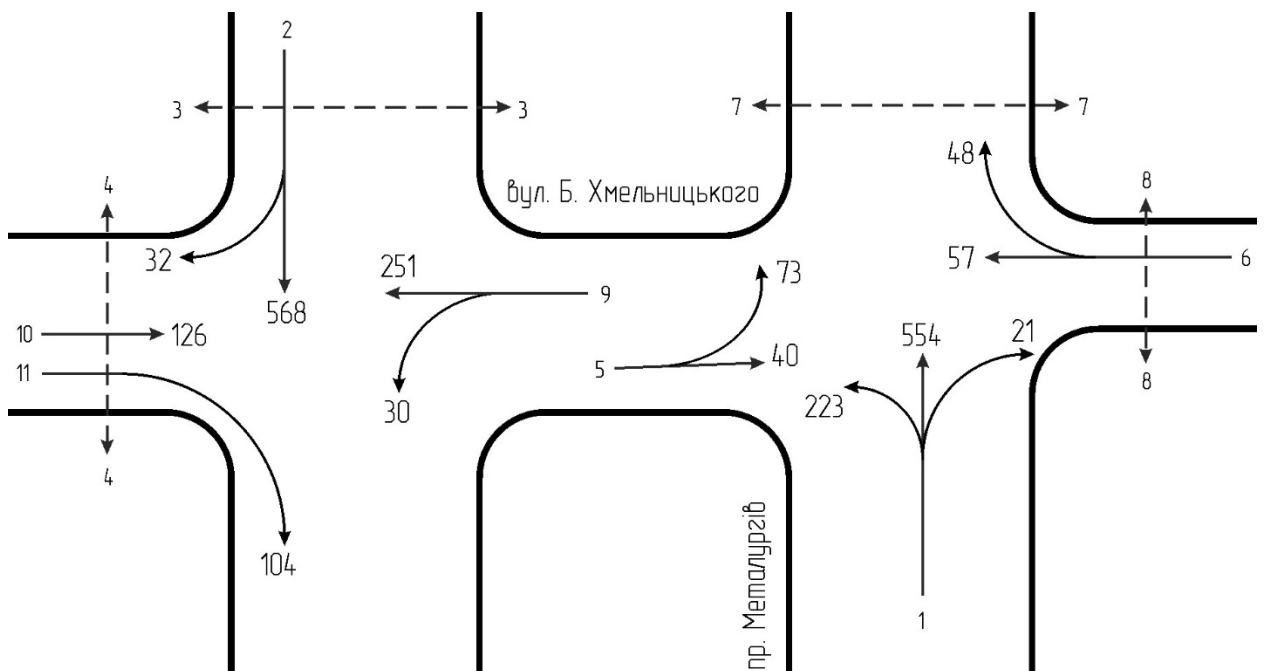


Рисунок 1.17 – Приведені інтенсивності руху (7:30 – 8:30)

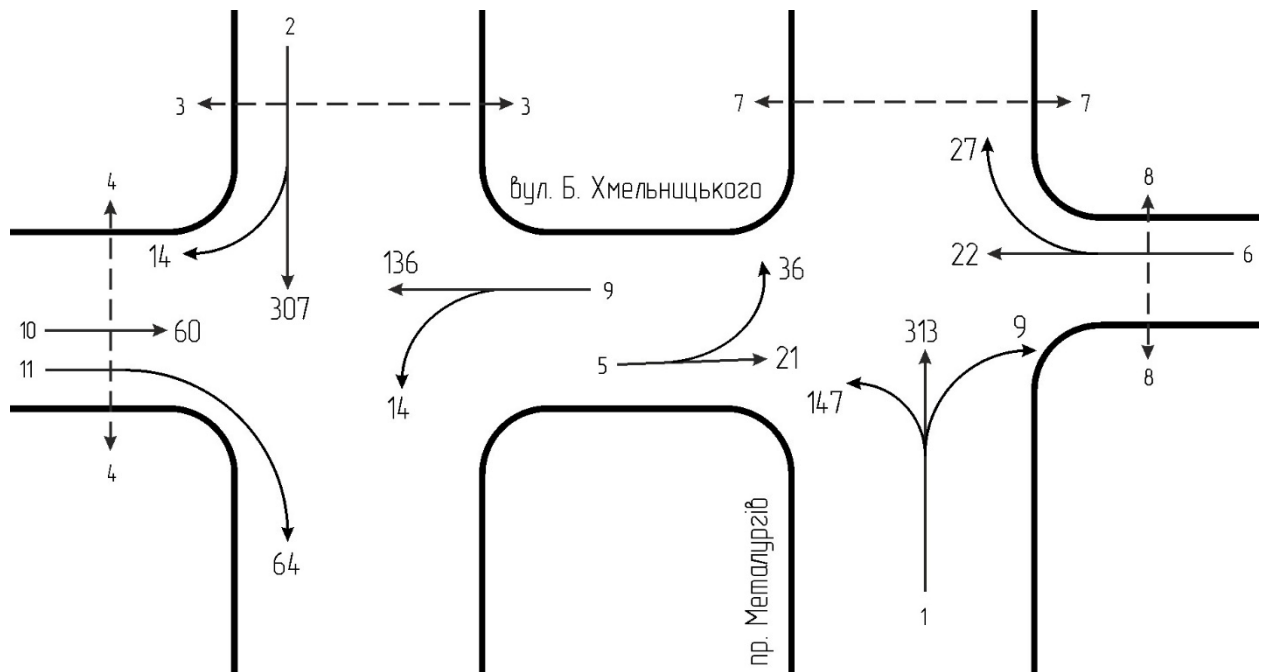


Рисунок 1.18 – Приведені інтенсивності руху (13:00 – 14:00)

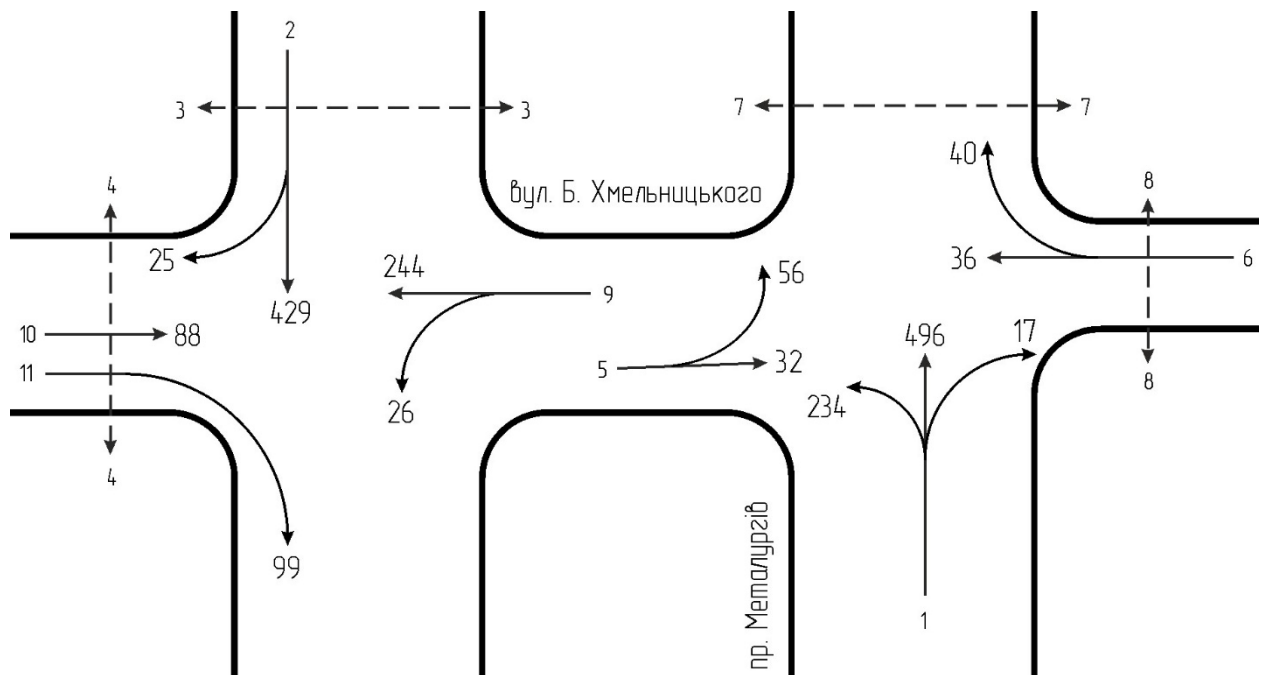


Рисунок 1.19 – Приведені інтенсивності руху (17:00 – 18:00)

Фіксація інтенсивності руху транспортних засобів за їх типами дозволяє отримати дані про склад транспортного потоку на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького, графічне представлення якого надано на рисунку 1.20.

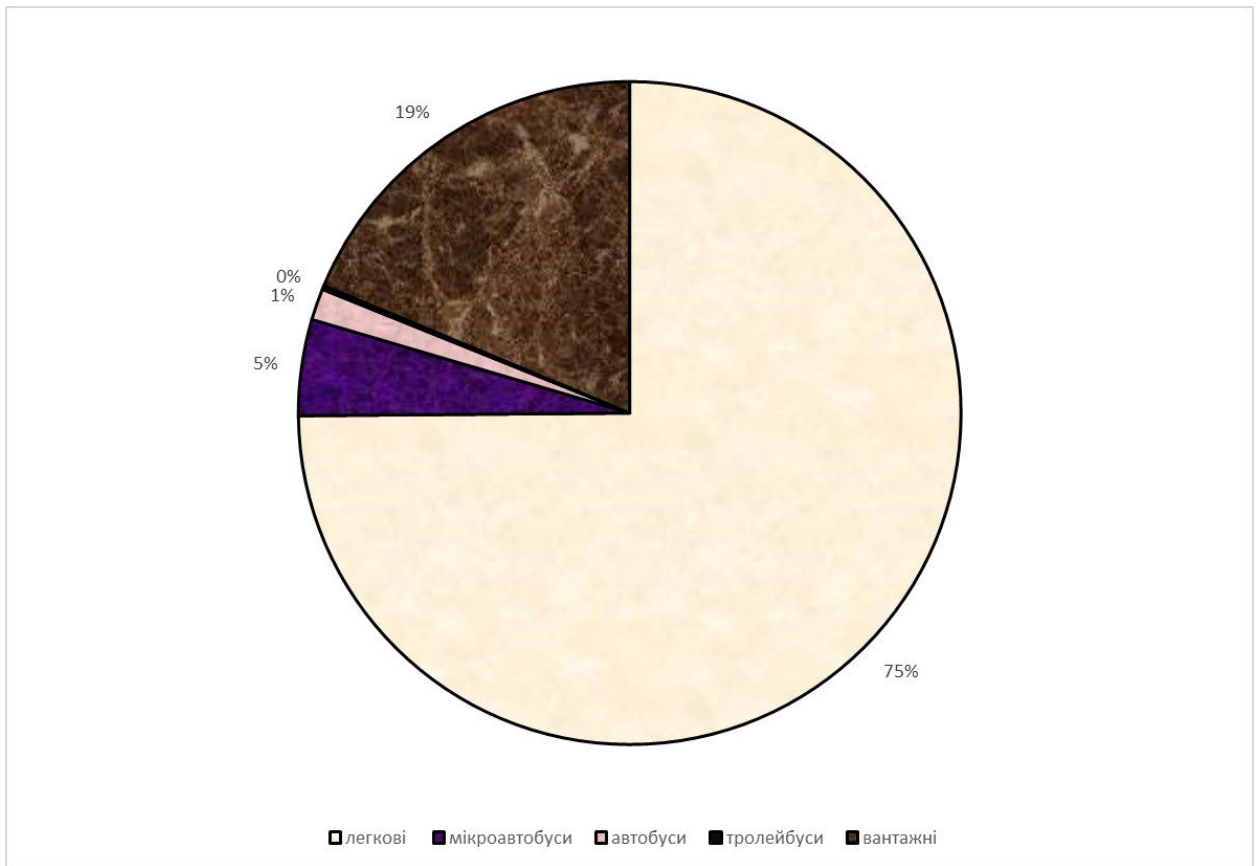


Рисунок 1.20 – Наявний склад транспортних потоків на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Згідно даних рисунку 1.20 можна стверджувати, що на перехресті має місце наявність неоднорідного транспортного потоку. Це підтверджують відсотки частки легкових автомобілів – 75 %.

Пішохідний рух в межах перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького 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 100 - 250 піш/год (більше в вечірні години).

1.5 Аналіз загальної організації управління дорожнім рухом на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Перш за все, потрібно зазначити, що перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького 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 1.21. Це пов'язано із значним лівоповоротним потоком з проспекту Металургів до Дніпровської греблі.

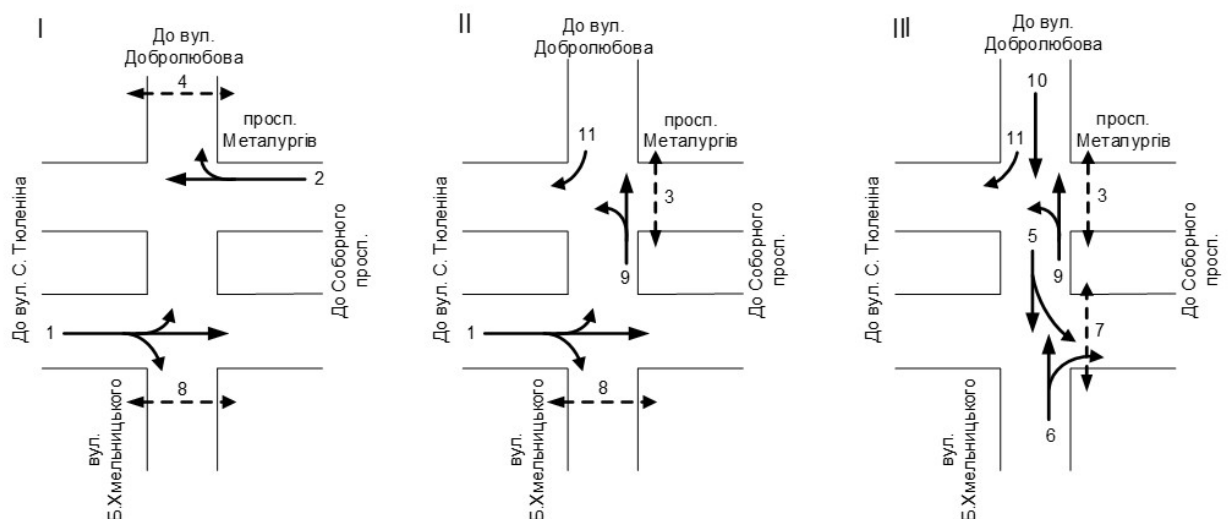


Рисунок 1.21 – Трьохфазна схема регулювання транспортних потоків на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Також в організації дорожнього руху на перехресті в якості технічних засобів регулювання руху задіяні дорожні знаки та дорожня розмітка. Діюча наявна схема організації руху на перехресті показана на рисунку 1.22.

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 1.23.

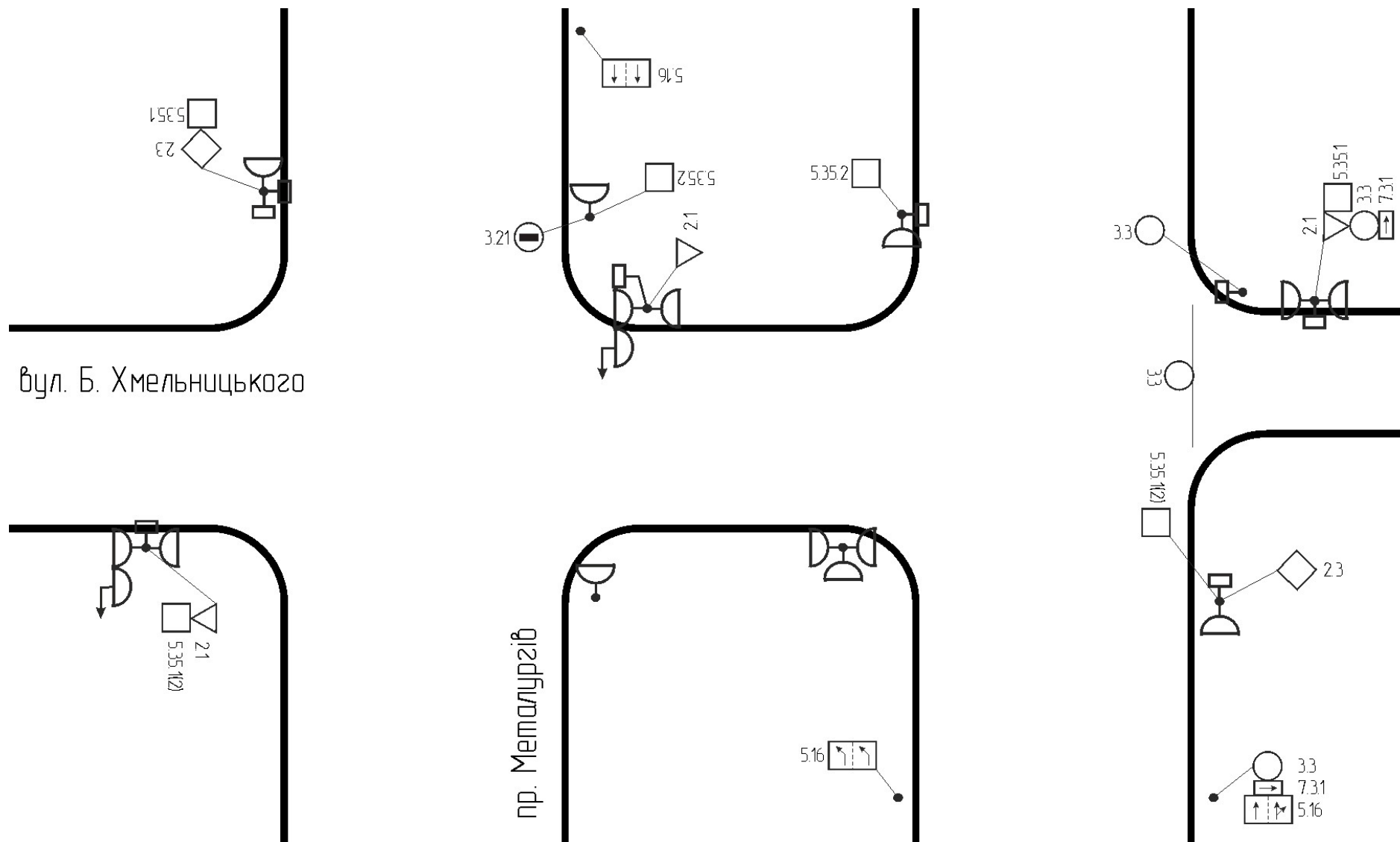
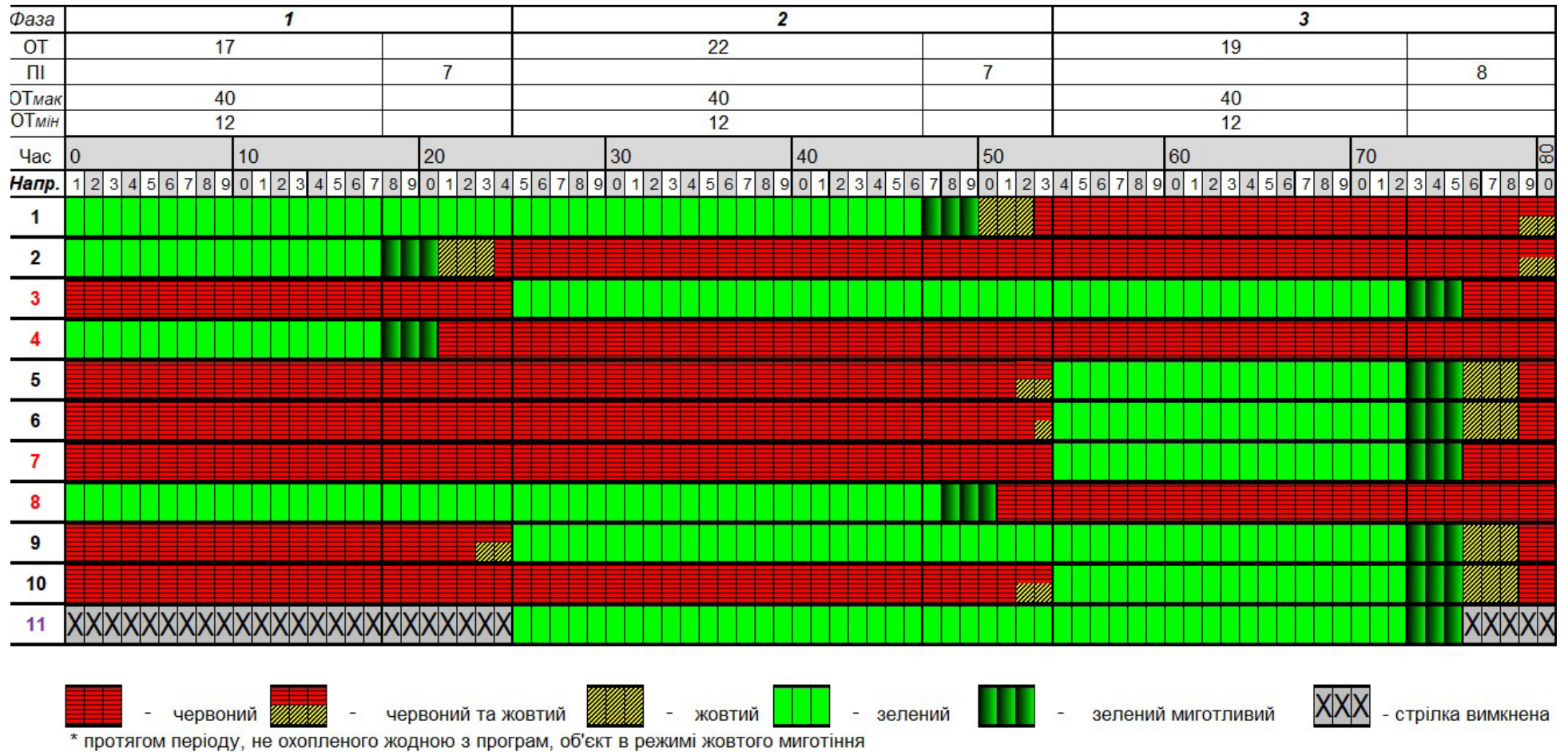


Рисунок 1.22 – Схема ОДР на перехресті



1.6 Загальний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

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 пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького представлена у вигляді таблиць (див. таблиці 1.1, 1.2) та рисунків (див. рисунки 1.24, 1.25).

Таблиця 1.1 – ДТП на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

№	Роки виникнення	Кількість ДТП
1	2018	8
2	2019	6
3	2020	7
	Загальна кількість	21

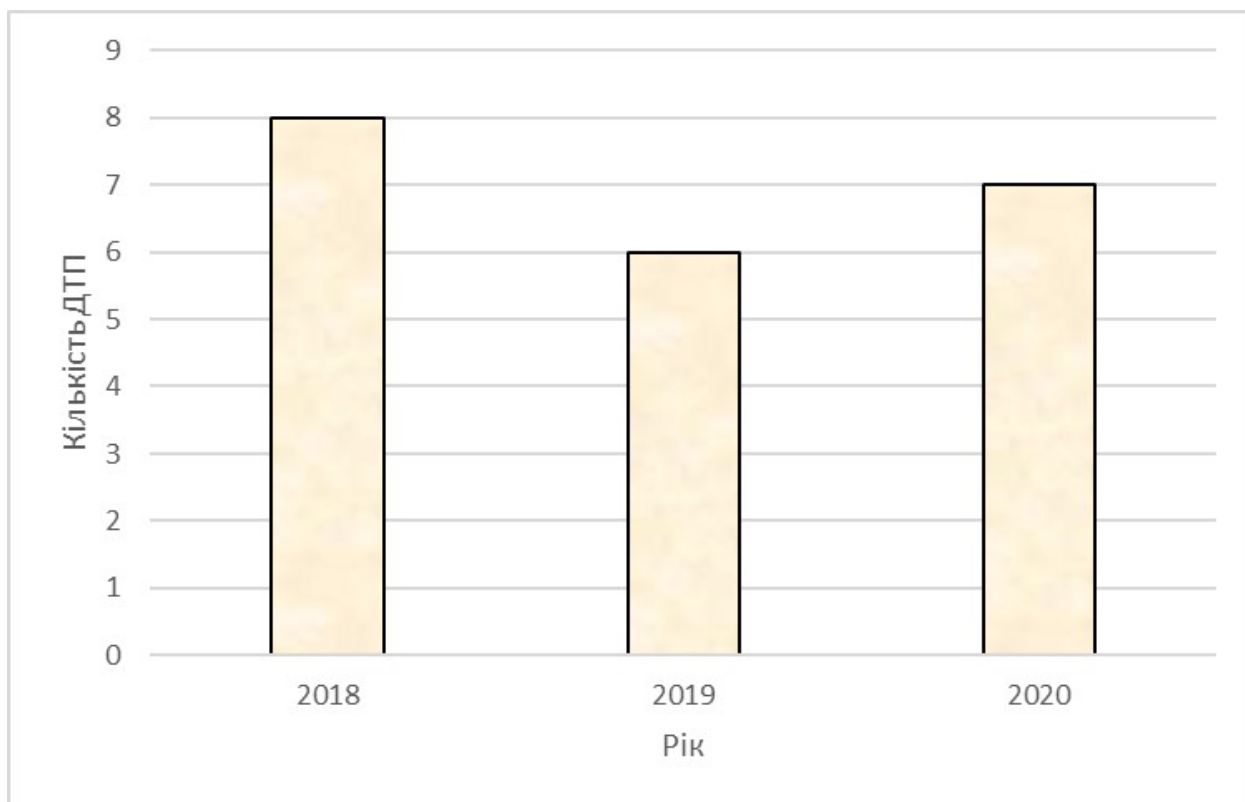


Рисунок 1.24 - ДТП на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Таблиця 1.2 – Наслідки ДТП на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

№	Групи ДТП за тяжкістю	Роки виникнення		
		2018	2019	2020
1	ДТП з наявними постраждалими	3	1	2
2	ДТП з наявними загиблими	0	1	0
3	ДТП з матеріальними збитками	5	4	5

Виконано аналіз аварійності на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького у 2020 році за видами ДТП. Він показаний в таблиці 1.3 та на рисунку 1.26.



Рисунок 1.25 - Наслідки ДТП на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Таблиця 1.3 – Аналіз аварійності на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького (2020 рік)

Види ДТП	Кількість ДТП	Постраждалі особи в ДТП
зіткнення	6	1
наїзд на пішохода	1	1

Аналізуючи все вище згадане, можна відмітити, що на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького мають місце ДТП двох видів, а саме зіткнення транспортних засобів один з одним та наїзди транспортних засобів на пішоходів.

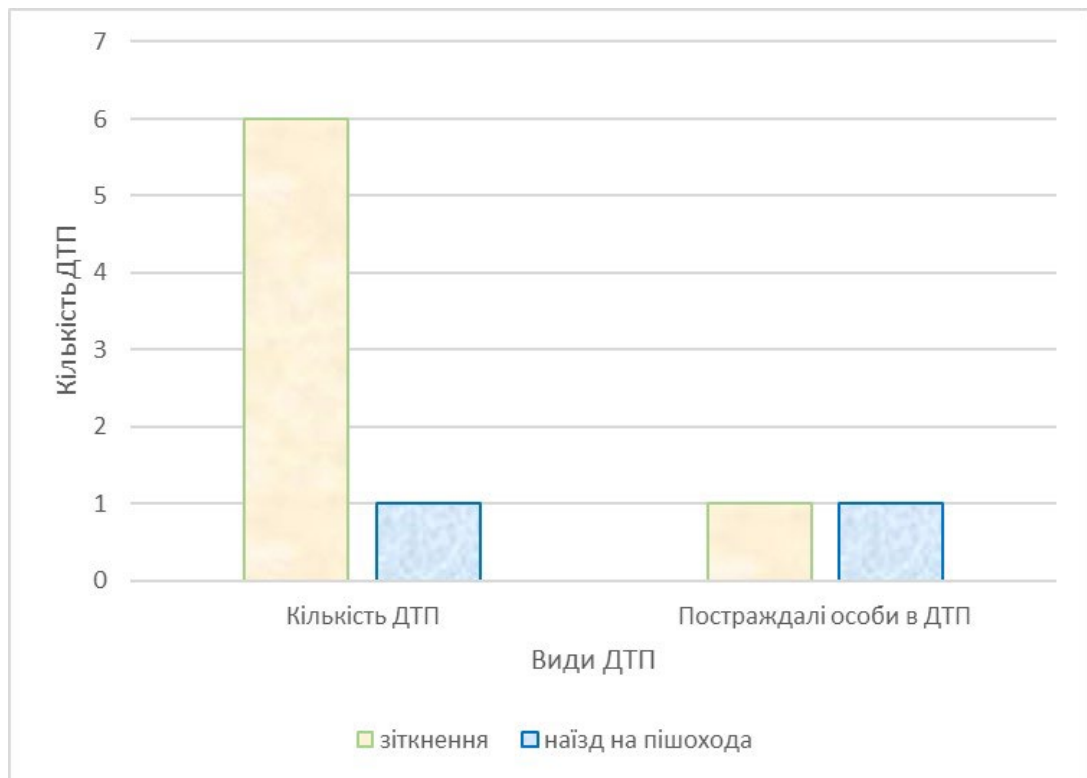


Рисунок 1.26 - Аналіз аварійності на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького (2020 рік)

1.7 Постановка задач на дипломну роботу

Аналіз організації дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького, де наявний значний об'єм лівоповоротних потоків, дозволяє стверджувати, що рівень безпеки на перехресті є недостатнім.

Тому в дипломній роботі пропонується торкнутися наступних питань:

- поліпшення організації руху на перехресті із значним лівоповоротним потоком;
- приведення режимів регулювання у відповідність до наявних обсягів руху;
- усунення недоліків в організації дорожнього руху на перехресті.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Підвищення безпеки руху на перехресті при виконанні повороту ліворуч

2.1.1 Можливі шляхи підвищення безпеки руху на перехресті

Перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького має значний за обсягом лівоповоротний транспортний потік (див. рис. 2.1). Ситуація ускладнюється ще й наявністю в потоці значної кількості вантажних автомобілів, що через свої габарити створюють додаткові складнощі.



Рисунок 2.1 – Лівоповоротний потік транспорту на перехресті
пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

В п. 1.1.2 наводилися основні заходи, які використовує сучасна організація дорожнього руху для вирішення підвищення безпеки транспорту при виконанні повороту ліворуч, а саме:

- виділення окремої смуги для лівого повороту;
- використання окремих сигналів світлофорів для регулювання цього маневру;
- використання кільцевих розв'язок;

- використання каналізування руху шляхом відокремлення транспортних потоків один від одного.

На перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького для здійснення повороту ліворуч з проспекту Металургів на вулицю Б. Хмельницького для руху в бік Дніпровської греблі захід виділення окремої смуги вже реалізований. Для цього маневру на підході до перехрестя проспектом Металургів з боку вулиці Перемоги виділено навіть дві окремі смуги, про що свідчить наявний знак 5.16 «Напрямки руху по смугах» (див. рис. 1.12) та залишки дорожньої розмітки (див. рис. 1.12). Тому можна вважати, що цей захід на перехресті задіяний в повному обсязі й необхідно поновлення дорожньої розмітки (ця вимога стосується не тільки смуг для виконання повороту ліворуч, а й всього перехрестя).

Щодо додаткових сигналів світлофорів для регулювання цього лівоповоротного транспортного потоку, то цю можливість буде розглянуто окрему в пункті 2.2.2. Рішення щодо можливості чи необхідності використання на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького подібних режимів регулювання буде прийняте на основі аналізу наявних обсягів руху.

Реалізація руху по колу на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького неможлива через елементарну нестачу площі для розширення перехрестя з метою забудови центрального острівця відповідного діаметру. Перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького оточене щільною житловою забудовою.

Аналіз дорожньо-транспортних пригод, які відбулися на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького свідчить про те, що лівова частина цих ДТП відбулася з участю лівоповоротного транспортного потоку, про який йде мова вище. Тому доцільним бачиться розглянути можливість відокремлення один від одного зустрічних транспортних потоків вулицею Б. Хмельницького в межах перехрестя (всередині між проїжджими частинами проспекту Металургів). Більш детально цей захід описаний в наступному пункті роботи.

2.1.2 Розділення зустрічних транспортних потоків вулицею

Б. Хмельницького в межах перехрестя

Розділення зустрічних транспортних потоків є окремим випадком каналізування руху.

Каналізування руху фактично є системою заходів, що спрямовані на розосередження транспортних потоків та примусове спрямування водіїв автомобілів по найбільш безпечним та ефективним з точки зору дорожнього руху маршрутам. Ці заходи полегшують орієнтацію водіїв та сприяють злагодженій взаємодії на перехрестях зі складною геометрією, а також на ділянках доріг, де рух може стати хаотичним через велику площу проїжджої частини.

До основних засобів каналізування дорожнього руху відносяться наступні.

По-перше, це горизонтальна дорожня розмітка. Це один із найпростіших і найпоширеніших способів каналізування руху. Розмітка дозволяє чітко розділити проїжджу частину на смуги, що допомагає водіям дотримуватися визначених траєкторій руху. Вона сприяє підвищенню пропускної здатності доріг та загального рівня безпеки, зменшуючи ймовірність хаотичних маневрів [3].

По друге, це направляючі пристрої. Це різні фізичні бар'єри, конуси, стовпчики або інші конструкції, які допомагають спрямовувати транспортні потоки у потрібному напрямку. Вони використовуються для тимчасового або постійного розподілу потоків, особливо на складних перехрестях або ділянках доріг з інтенсивним рухом [3].

Переваги каналізування руху [3]:

- покращена орієнтація водіїв; чітко розділені смуги та зрозумілі напрямки руху зменшують кількість ситуацій, в яких водії можуть зробити помилки; це особливо важливо на складних перехрестях,

де неправильний вибір смуги або напрямку може призвести до аварій;

- збільшення пропускної здатності; завдяки чіткій організації руху, транспортні потоки стають більш регулярними та передбачуваними, що дозволяє збільшити пропускну здатність доріг та зменшити затори;
- підвищення рівня безпеки; керовані потоки транспорту зменшують кількість точок конфлікту та потенційно небезпечних ситуацій, що знижує ризик дорожньо-транспортних пригод.

Пропонується використати метод каналізування руху й на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького для позначення траєкторії руху лівоповоротного потоку, який розглядали вище й для розділення зустрічних транспортних потоків по вулиці Б. Хмельницького в середині перехрестя (між проїжджими частинами проспекту Металургів).

Каналізування буде виконано за допомогою дорожньої розмітки 1.7. Приклад її використання наведений на рисунку 2.2.

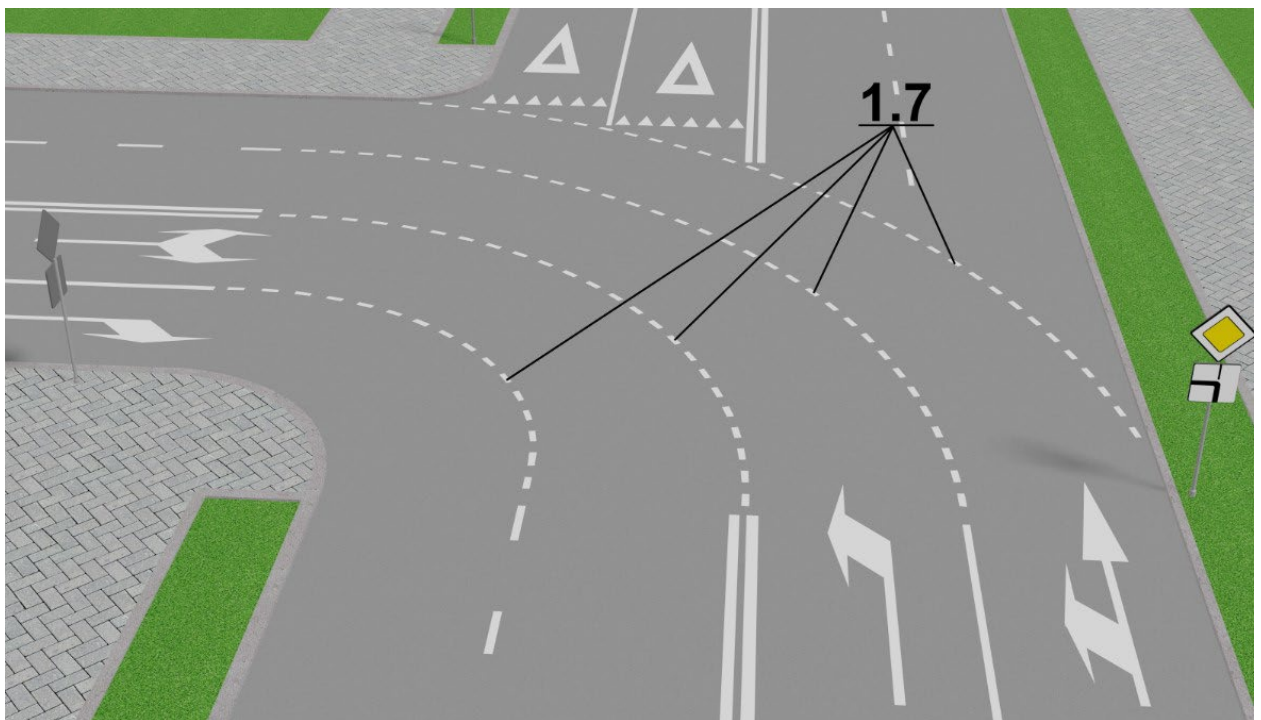


Рисунок 2.2 – Приклад використання дорожньої розмітки 1.7

Розділення зустрічних потоків пропонується встановленням спеціальної розділової смуги, не призначеної для руху. Така розділова смуга вже використовується на проспекті Металургів (ближче до вулиці Перемоги). Приклад такої смуги наведений на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Приклад використання розділової смуги,
не призначеної для руху

Застосування подібної розділової смуги можливо лише за рахунок однієї із смуг руху. Зараз по вулиці Б. Хмельницького в межах перехрестя (між проїжджими частинами проспекту Металургів) чотири смуги руху, по дві в кожен бік. Пропонується за рахунок однієї смуги на напрямку від Дніпровської греблі встановити розділову смугу, не призначену для руху. Однієї смуги, яка залишиться достатньо для наявних обсягів руху без виникнення додаткових проблем. Довжина розділової смуги становитиме 8 м.

Крім розділення потоків, після встановлення такої смуги, можливо дещо збільшити ширини смуг руху, що залишаються. Зараз ширина проїжджої частини вулиці Б. Хмельницького в межах перехрестя становить 14 м. 1 м буде виділений на розділову смугу. 4 м стане ширина смуги від Дніпровської греблі.

В бік Дніпровської греблі обидві смуги будуть мати по 4.5 м. В умовах постійного руху змішаного потоку це дозволить значно спростити водіям маневр повороту ліворуч. Особливо це стосується великогабаритного вантажного транспорту. Це повинно добре повпливати на загальний рівень безпеки на перехресті.

Реалізацію описаних заходів каналізування руху та відокремлення зустрічних транспортних потоків можна спостерігати на новій схемі організації дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького, яка представлена на рисунку 2.5.

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 [4].

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 [4].

Розімкнутий контур є простішим. Управління засобами регулювання здійснюється виключно за заданою програмою, тобто в режимі жорсткого програмного управління [4].

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 [4].

Щодо перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького, 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 [4].

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 [4].

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 можли-

вої 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 [4].

На перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького функціонує регулювання за трьохфазною схемою. І основна причина цього – значний лівоповоротний потік, про який мова йшла вище.

Отже, всі фази регулювання разом постійно повторюються й складають цикл регулювання перехрестя [4].

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 пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького не має якихось значних транспортних заток, причиною появи яких були б саме режими регулювання. При цьому слід відмітити наявність коливання об'ємів руху транспорту. Тому пропонується скористатися першим варіантом, а саме розрахувати додаткові програми регулювання руху для ранкових, вечірніх пікових годин та для міжпікового часу окремо. Це повинно призвести до зниження транспортних затримок на перехресті. Стосовно можливості використання додаткових сигналів світлофорів для регулювання лівоповоротного потоку (див. п. 2.1.2), то аналіз показав повну відповідність існуючої схеми пофазового роз'їзду наявним обсягам руху. Крім того ця схема є доволі простою, звичною для водіїв, ефективною, тому змінювати її й вводити додаткові напрямки й сигнали не доцільно.

2.2.2 Перевірка необхідності корегування режимів роботи світлофорів на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

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

Першим 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 [4].

Величину елементу матриці конфліктів можливо розрахувати так [4]:

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

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 пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького представлена таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 - Матриця конфліктів для перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького, м

Напрямок руху	1	2	5	6	9	10	11
1	-	0	20,5	-21,6	0	0	0
2	0	-	0	0	20,5	11,8	20,5
5	-23,9	0	-	-23,9	0	0	0
6	22	0	-7,5	-	0	0	0
9	0	-23,9	0	0	-	-5,3	-23,9
10	0	5,5	0	0	8,8	-	0
11	0	-5,3	0	0	-5,3	0	-

На основі таблиці 2.1 перехідні інтервали можливо розрахувати так [4]:

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

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 [4]:

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

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 [4]:

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

Далі довжину циклу регулювання можливо розрахувати так [4]:

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

де L_k – втрачений час можливо розрахувати так [4]:

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

Розміри основних тактів можливо розрахувати так [4]:

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

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

Коригуючі коефіцієнти можливо розрахувати так [4]:

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

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

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 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2 - Складові циклу регулювання (7:30 – 8:30)

Такти регулювання	Тривалість елементів циклу, с	
ПТ	1 – 2	7
	2 – 3	7
	3 – 1	8
ОТ	1	17
	2	22
	3	18
Загальна тривалість циклу – 79 секунд		

Таблиця 2.3 - Складові циклу регулювання (13:00 – 14:00)

Такти регулювання	Тривалість елементів циклу, с	
ПТ	1 – 2	7
	2 – 3	7
	3 – 1	8
ОТ	1	12
	2	16
	3	16
Загальна тривалість циклу – 66 секунд		

Таблиця 2.4 - Складові циклу регулювання (17:00 – 18:00)

Такти регулювання	Тривалість елементів циклу, с	
ПТ	1 – 2	7
	2 – 3	7
	3 – 1	8
ОТ	1	15
	2	23
	3	19
Загальна тривалість циклу – 79 секунд		

Порівнюючі дані таблиць 2.2-2.4 та рисунку 1.23 маємо практично повне співпадіння розрахунків для ранкового та вечірнього пікових періодів із наявними параметрами регулювання на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького. Розрахунки ж для міжпікового часу відрізняються. Тому пропонується розробка додаткової програми для регулювання перехрестя пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького в міжпікові години доби, циклограма якої представлена на рисунку 2.4.

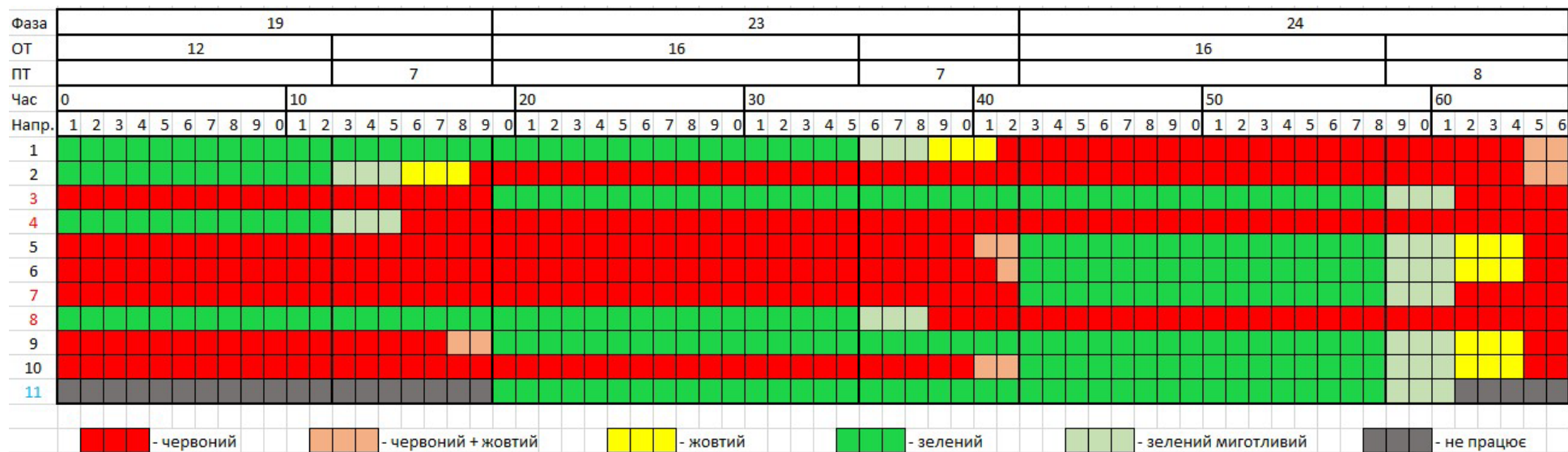


Рисунок 2.4 - Циклограма роботи світлофорного об'єкту в міжпіковий час

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 [5].

З метою запобігання порушень вимог використання дорожніх знаків на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького й для підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків пропонується встановити додаткові дорожні знаки, які зведені в таблицю 2.5.

Безпосереднє використання нових дорожніх знаків на перехресті відображено в переробленій схемі організації дорожнього руху, що представлена на рисунку 2.5.

Таблиця 2.5 – Додаткові потрібні дорожні знаки

№	Шифр знаку	Назва знаку	Кількість знаків
1		Щити для вертикальної розмітки 2.3.1	2
2	4.7	Об'їзд перешкоди справа	2
3	5.16	Напрямки руху по смугах	1
4	5.35.1	Пішохідний перехід	2
5	5.35.2	Пішохідний перехід	2

2.3.2 Усунення недоліків в застосуванні дорожньої розмітки

В Україні використання дорожньої розмітки регламентовано вимогами Державного стандарту України [6].

З метою підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького пропонується повністю

поновити дорожню розмітку. Види розмітки, яку потрібно нанести, зведені в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Дорожня розмітка необхідна на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

Вид розмітки	Одиниці вимірювання	Кількість
1.1	м ²	7,1
1.3		3,2
1.5		2,2
1.6		1,7
1.10.3		245
1.12		26,4
1.14.1		8,8
1.18		44
Разом		338,4

Безпосереднє використання дорожньої розмітки на перехресті відображено в переробленій схемі організації дорожнього руху, що представлена на рисунку 2.5.

2.3.3 Переробка схеми організації руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

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 [2]:

- 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 була схема організації дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького була перероблена й представлена на рисунку 2.5.

Оновлення схеми дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького повинно призвести до підвищення загального рівня безпеки руху всього транспортного потоку й лівоповоротного потоку зокрема.

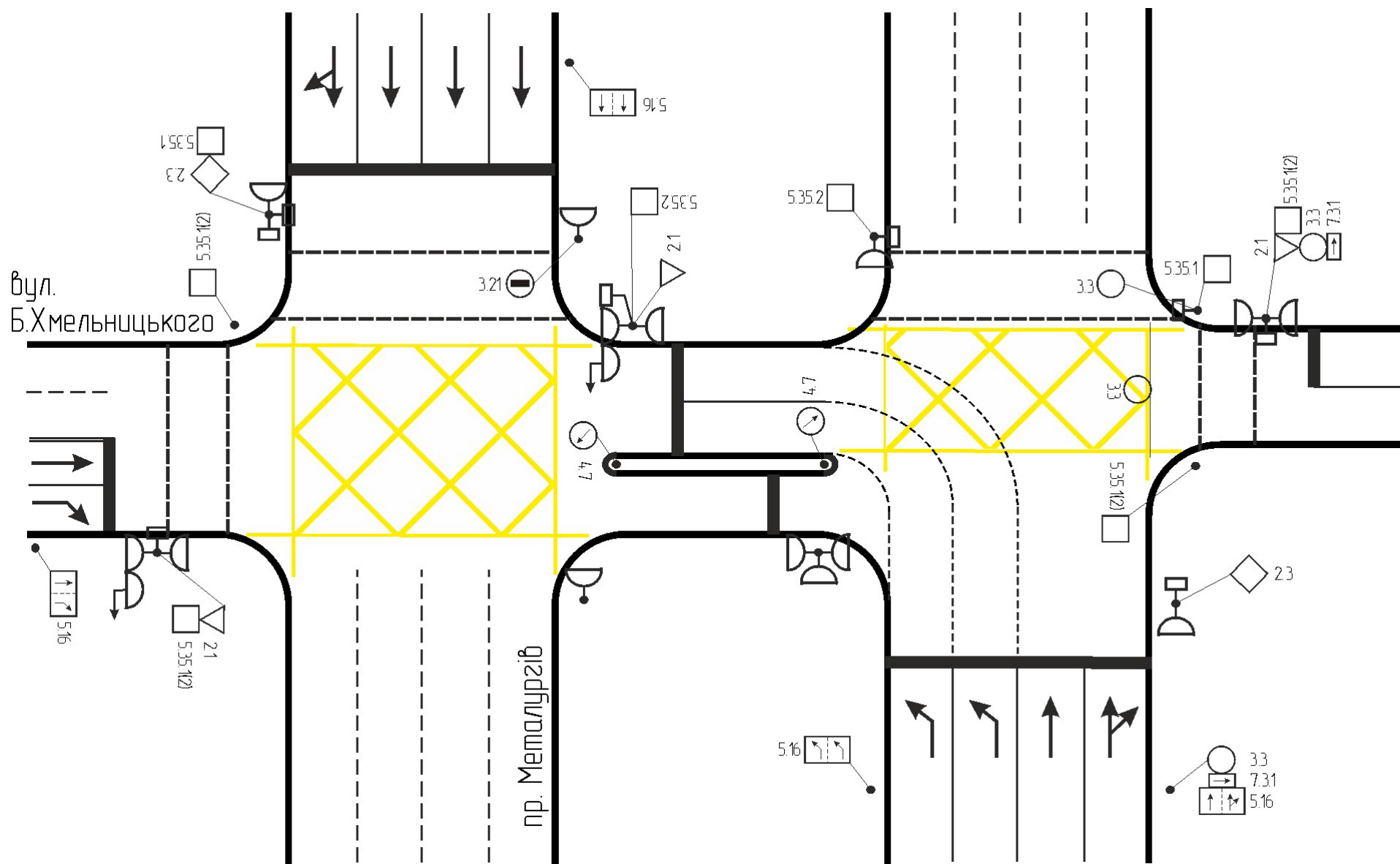


Рисунок 2.5 – Перероблена схема організації дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Запропоновані в дипломній роботі заходи з підвищення безпеки руху на перехресті із значним об'ємом лівоповоротного руху – пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького вимагають певних грошових витрат на впровадження. Склад запропонованих заходів наступний:

- встановлення роздільної смуги, не призначеної для руху;
- встановлення додаткових й перенесення кількох існуючих дорожніх знаків;
- нанесення дорожньої розмітки.

Фактичний розмір капітальних вкладень можливо розрахувати так, грн.:

$$K = K_{pc} + K_{zn} , \quad (3.1)$$

де K_{pc} – розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням та встановленням розділової смуги, не призначеної для руху, грн.;

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

Фактичний розмір капітальних вкладень, пов'язаних із придбанням та встановленням розділової смуги, не призначеної для руху можливо розрахувати так, грн:

$$K_{pc} = L_{pc} \cdot C_{pc} , \quad (3.2)$$

де L_{pc} – загальна довжина розділової смуги, яку потрібно встановити, м;

C_{pc} – фактична грошова вартість одного погонного метру розділової смуги, грн.

$$K_{oz} = 8 \cdot 16300 = 130400 \text{ грн.}$$

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

$$K_{zn} = C_{zn} + C_{вст.зн} + C_{пер} \quad (3.3)$$

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

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

$C_{пер}$ – фактична грошова вартість проведення всіх робіт по перенесенню 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
*	2	1344	2688
4.7	2	951	1902
5.16	1	1344	1344
5.35.1	2	951	1902
5.35.2	2	951	1902
Разом	9	-	9738

* - щити з нанесеною вертикальною дорожньою розміткою 2.3.1

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

$$C_{вст.зн} = C_{I\text{ зн}} \cdot N_{зн} , \quad (3.4)$$

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

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

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

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

$$C_{пер} = C_{I\text{ пер}} \cdot N_{зн} , \quad (3.5)$$

де $C_{I\text{ пер}}$ – фактична грошова вартість проведення робіт з перенесення одного дорожнього знаку (із врахуванням матеріалів).

$$C_{пер} = 361 \cdot 4 = 1444 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 9738 + 3249 + 1444 = 14431 \text{ грн.}$$

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

$$K = 130400 + 14431 = 144831 \text{ грн.}$$

Фактичний розмір експлуатаційних витрат при організації дорожнього руху можливо розрахувати так, грн. [7]:

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

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. [7]:

$$C_p = K_{\epsilon} \cdot n_p / 100 , \quad (3.7)$$

де K_{ϵ} – фактична грошова вартість обладнання (дорожні знаки (враховуємо тільки нові, перенесені не враховуємо)), грн.;
 n_p – існуючий норматив відрахувань, %.

$$C_p = 12987 \cdot 5 / 100 = 650 \text{ грн.}$$

Фактичний розмір амортизаційних відрахувань можливо розрахувати так, грн. [7]:

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

де n_a – існуючий норматив відрахувань, %.

$$C_a = 12987 \cdot 24 / 100 = 3117 \text{ грн.}$$

Фактичний розмір експлуатаційних витрат:

$$C_{експл} = 650 + 3117 = 3767 \text{ грн.}$$

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.

Таблиця 3.2 – Розмір грошових витрат на дорожню розмітку

№ розмітки	Одиниці виміру	Кількість одиниць	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
1.1	м ²	7,1	304,93	2165
1.3		3,2		976
1.5		2,2		671
1.6		1,7		518
1.10.3		245		74708
1.12		26,4		8050
1.14.1		8,8		2683
1.18		44		13417
Разом		338,4		103188

Фактичний розмір загальних поточних грошових витрати при організації дорожнього руху:

$$C_{поточ} = 3767 + 103188 = 106955 \text{ грн.}$$

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. [7]:

$$E = (C_{тр}^p - C_{тр}^{нр}) + \Delta C_{дтн} - C_{ном} \quad , \quad (3.9)$$

де C_{mp}^p, C_{mp}^{np} – грошовий еквівалент затримок транспорту по видах до впровадження заходів та після їх реалізації, грн.;
 ΔC_{dtn} – очікуване зменшення збитків від дорожньо-транспортних пригод, грн.

Розрахунок річних витрат транспорту через затримки руху можливо розрахувати так [7]:

$$C_{mp} = S \cdot Z, \quad (3.10)$$

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
10964	9616

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	75
2	мікроавтобус	5
3	автобус/тролейбус	1
4	вантажний	19

Загальний розмір затримок транспорту до впровадження пропонованих заходів:

$$C_{тр}^p = (0,75 \cdot 233,72 + 0,05 \cdot 454,36 + 0,01 \cdot 681,55 + 0,19 \cdot 377,75) \cdot 10964 = 3032599 \text{ грн.}$$

Загальний розмір затримок транспорту після впровадження пропонованих заходів:

$$C_{тр}^p = (0,75 \cdot 233,72 + 0,05 \cdot 454,36 + 0,01 \cdot 681,55 + 0,19 \cdot 377,75) \cdot 9616 = 2659748 \text{ грн.}$$

За три роки відбулося 21 дорожньо-транспортна пригода. В цих пригодах загинула 1 особа, отримали ушкодження 7 осіб (див. п.1.6). Середні збитки зі рік від дорожньо-транспортних пригод можливо розрахувати так, грн. [7]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = \frac{K_3 \cdot \Pi_3 + K_n \cdot \Pi_n + K_m \cdot \Pi_m}{3}, \quad (3.11)$$

де K_3, K_n, K_m – фактичні дорожньо-транспортні пригоди із різними наслідками (відповідно із загиблими людьми, із ушкодженими людьми, виключно із матеріальними збитками);

Π_3, Π_n, Π_m – умовна грошова вартість різних наслідків (відповідно загибелі людини, ушкодження людини, ушкодження майна), грн.

Умовні грошові вартості різних наслідків:

- загибель людини $\Pi_3 = 256000$ грн.;
- ушкодження людини $\Pi_n = 192000$ грн.;
- ушкодження майна $\Pi_m = 128000$ грн.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = (256000 + 7 \cdot 192000 + 13 \cdot 128000) / 3 = 1088000 \text{ грн.}$$

Фактичне зниження збитків від дорожньо-транспортних пригод залежить від характеру заходів, які планується виконати для підвищення безпеки руху. У [7] 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 [7]

Заплановані організаційні заходи	Коефіцієнт
фізичне розділення зустрічних потоків	0,37
встановлення додаткових дорожніх знаків	0,15
відновлення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23

Коригуючий коефіцієнт зниження збитків можливо розрахувати так, грн. [7]:

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

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,37) \cdot (1 - 0,15) \cdot (1 - 0,23) = 0,588.$$

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

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

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,588 \cdot 1088000 = 639744 \text{ грн.}$$

Отже, очікувана економія може скласти:

$$E = (3032599 - 2659748) + 639744 - 106955 = 905640 \text{ грн.}$$

Очевидно, що завдяки очікуваній економії грошей капітальні вкладення окупляться вже на першому році. Саме тому можна зробити висновок, що заходи з підвищення безпеки руху на перехресті із значним лівоповоротним потоком пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького не тільки забезпечать значно більшу безпеку руху транспортних потоків, але й будуть мати значне економічне обґрунтування.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі основна увага була приділена питанням поліпшення організації транспортних потоків на перехресті із значним лівоповоротним потоком.

В ході виконання роботи була проаналізована організація дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького, який має досить великий за об'ємом транспортний потік з проспекту Металургів на вулицю Б. Хмельницького в бік Дніпровської греблі. 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 пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького запропоновано поліпшення організації та безпеки шляхом каналізування лівоповоротного потоку та фізичного розділення зустрічних транспортних потоків по вулиці Б. Хмельницького в межах перехрестя.

В роботі проаналізована діюча схема організації дорожнього руху на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького. Підсумком цього аналізу стали пропозиції щодо додавання та перенесення кількох дорожніх знаків та поновлення дорожньої розмітки на цьому перехресті. В роботі проаналізована відповідність режимів регулювання на перехресті пр. Металургів – вул. Б. Хмельницького існуючим обсягам руху транспорту, запропонована додаткова програма для міжпікового часу.

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 271 с..
2. Системологія на транспорті: Кн. IV: Організація дорожнього руху / [Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін.] – К.: Знання України, 2007. – 452 с.
3. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху: навчальний посібник. – Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. – 340 с.
4. 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..
5. 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: 31.05.2024)
6. 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: 31.05.2024)
7. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.