

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ НА ДІЛЯНЦІ ВУЛИЦЬ ЧАРІВНОЇ ТА ГЕРОЇВ 55-ї
БРИГАДИ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ ОДНОБІЧНОЇ
СХЕМИ РУХУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-310м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

		Сергій ДРЕМУХ (прізвище та ініціали)
Керівник		Ігор РАЙДА (прізвище та ініціали)
Рецензент		Олександр АРТЮХ (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет _____ машинобудівний, транспортний
 Кафедра _____ «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти _____ магістр
 Спеціальність _____ 275 Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
 «Транспортні технології»

 _____ Сергій ТУРПАК
 « 01 » 10 2021 року

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

Дремуха Сергія Олександровича

 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на ділянці вулиць Чарівної та Героїв 55-ї бригади міста Запоріжжя шляхом введення односторонньої схеми руху

керівник проєкту (роботи) _____ Райда Ігор Михайлович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 р. №426

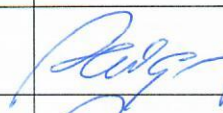
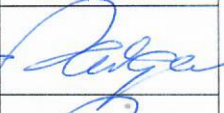
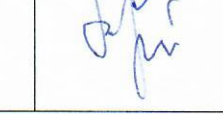
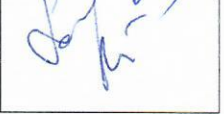
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі характеристики транспортних та пішохідних потоків, існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Використання одностороннього руху в зоні проектування. 2.2 Розробка заходів щодо підвищення безпеки руху. 2.3 Організація пішохідного руху в зоні дослідження. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація магістерської роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Райда І.М., ст. викл.		
Основна частина	Райда І.М., ст. викл.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Сергій ДРЕМУХ
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Ігор РАЙДА
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 78 с., 15 табл., 49 рис, 8 використаних джерел.

БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ДОРОГА, ДОРОЖНІ ЗНАКИ,
ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ,
КОНФЛІКТНА ТОЧКА, ОДНОБІЧНИЙ РУХ, ОСНОВНИЙ ТАКТ, ПЕРЕЇЗД,
ПЕРЕХРЕСТЯ, СВІТЛОФОР, ЦИКЛ РЕГУЛЮВАННЯ

Об'єкт дослідження: дорожня мережа Шевченківського району м. Запоріжжя.

Мета роботи: розробити заходи щодо підвищення безпеки руху на ділянці, яка обмежена вулицями 8 Березня, Чарівна та Героїв 55-ї бригади.

Методи дослідження: аналітичний.

В магістерській роботі вивчено дорожні умови, основні характеристики транспортного та пішохідного потоку, розглянуто, зібрано та проаналізовано статистичний матеріал про ДТП.

Розглянуто можливість управління трафіком за одnobічною схемою в двох варіантах. Виконано обґрунтування ліпшого варіанту. Розроблено заходи для забезпечення безпеки руху на основних перехрестях.

Запропоновано заходи щодо підвищення безпеки пішоходів.

Нові технічні рішення організації дорожнього руху підтверджено економічними розрахунками.

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя.....	8
1.1.1 Коротка характеристика території міста Запоріжжя....	8
1.1.2 Транспортна інфраструктура Запоріжжя.....	10
1.2 Загальна характеристика району дослідження.....	11
1.3 Характеристики транспортних і пішохідних потоків.....	13
1.3.1 Інтенсивність та склад транспортних потоків.....	13
1.3.2 Аналіз швидкісних режимів руху транспорту.....	18
1.3.3 Характеристики пішохідного руху.....	19
1.4 Визначення пропускної здатності дорожньої мережі.....	21
1.5 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод.....	24
1.6 Існуючі недоліки та постановка задач на магістерську роботу...	32
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	33
2.1 Використання одностороннього руху в зоні проектування.....	33
2.1.1 Варіанти схеми організації одностороннього руху.....	36
2.1.2 Визначення можливих змін основних характеристик транспортних потоків.....	37
2.1.3 Порівняння варіантів та вибір оптимального варіанту.	40
2.2 Розробка заходів щодо підвищення безпеки руху.....	45
2.2.1 Організація дорожнього руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна.....	45
2.2.1.1 Визначення кількості фаз і пофазної схеми	

роз'їзду.....	47
2.2.1.2 Розрахунок параметрів світлофорного об'єкту..	48
2.2.2 Організація дорожнього руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади.....	54
2.2.3 Організація дорожнього руху на перехресті вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади.....	60
2.2.4 Організація дорожнього руху на вулицях Фонвізіна, Кутузова та на перехресті вул. Чарівна – вул. Цитрусова.....	62
2.3 Організація пішохідного руху в зоні дослідження.....	65
2.3.1 Організація дорожнього руху на пішохідних переходах.....	65
2.3.2 Організація пішохідного руху повздовж доріг.....	67
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	68
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	76
Висновки.....	77
Перелік джерел посилання.....	78

ВСТУП

На дорожній мережі сучасного міста виникають проблеми, пов'язані з великими заторами автомобілів на окремих ділянках мережі, внаслідок чого зменшуються переваги використання автомобільного транспорту. Однією з проблем є зниження швидкості руху, що збільшує транспортні витрати, знижує продуктивність автомобільного транспорту, а також призводить до зниження безпеки руху. Проблема стосується і міста Запоріжжя.

Предметом дослідження магістерської роботи є частина дорожньої мережі, розташована на проспекті Моторобудівників та вулицях Героїв 55-ї бригади і Чарівній у Шевченківському районі м. Запоріжжя. Метою магістерської роботи є розробка заходів щодо покращення організації дорожнього руху на цій ділянці дорожньої мережі та підвищення безпеки руху.

Ця ділянка вулично-дорожньої мережі використовується не лише для руху місцевого транспорту, а й для транзитного руху з Донецького напрямку на інший берег Дніпра. Покращення умов дорожнього руху, збільшення пропускної здатності та безпеки руху є важливими для району дослідження та й для всього міста.

Окремим важливим завданням є забезпечення безпеки дорожнього руху місцевих жителів. Особливо це стосується пішохідного руху. Тому цьому питанню приділяється велика увага в магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя

1.1.1 Коротка характеристика території міста Запоріжжя

Місто Запоріжжя є одним із найбільших адміністративних, промислових та культурних центрів півдня України. Він знаходиться на стику головної водної магістралі країни (річки Дніпро) з транспортно-комунікаційним коридором, що з'єднує схід України із Кривим Рогом та Закарпаттям.

За єдиною схемою районного планування України Запоріжжя займає важливе місце в системі розселення та виконує функції обласного та районного центрів, кожен з яких має власну зону обслуговування.

Так, у зоні впливу Запоріжжя, обласного центру площею 2690 тис. га, мають місце 14 міст, 23 селища міського типу, значна кількість сіл і мешкає понад 2 млн осіб [1].

Система міжрайонного розселення (приміська зона), яку очолює Запоріжжя, характеризується високим рівнем промислово-господарського розвитку території, високою цінністю сільськогосподарських угідь і природного середовища. Приміська зона Запоріжжя складає 760 тис. га і включає в себе 5 міст, 6 селищ міського типу та близько 300 сільських поселень. Загальна чисельність населення становить близько 315 000 осіб [1].

Станом на 1 грудня 2012 року чисельність населення Запоріжжя становила: поточне населення - 770866 та постійне населення - 766930. Щільність заселення території становить 2772 чол./км² [2].

Відмінною особливістю міста Запоріжжя є те, що в ньому зосереджено близько 65% виробничої потужності області та близько 43% місцевого населення.

Територія міста Запоріжжя в межах міста становить 33099 га. Коефіцієнт споживання території на 1000 населення становить 39 га, що приблизно збігається з такими ж показниками для міста Дніпра (33 га) та знаходиться на одному рівні з усіма міськими поселеннями України (40 га) [2].

Понад 4 тис. га площі займають водні поверхні (12,8 %), близько 8 тис. га використовуються під промислові, комунальні та складські приміщення, спеціальні території, 17,6 % міських земель використовується для сільського господарства. Вільна міська земля, що займає 1,6% загальної території м. Запоріжжя, у міській забудові роздроблена та розпорошена [2].

Забудова міста є компактною і відкритою, розташована на обох берегах Дніпра. Лівобережна частина лінійна і дуже неоднорідна за функціональною зональністю. Житлові райони, розділені транспортними та комунікаційними коридорами, простягаються вздовж узбережжя і безпосередньо примикають до промислових районів. Як наслідок, значна частка житла (до 70%) знаходиться в районах, на які впливають промислові підприємства.

Правобережна частина міста менша і однорідніша за функціональним зонуванням. Промислові підприємства Хортицького промислового району не мають негативного впливу на більш «екологічне» житло правобережжя.

Ділянка правого берега є відносно екологічною, але має місце недостатньо розвинене транспортне сполучення з місцями працевлаштування (чотири промислові зони міста розташовані на ділянці лівого берега) та центром міста.

Місто поділяється на 7 адміністративних районів: Олександрівський, Заводський, Комунарський, Вознесенівський, Дніпровський, Хортицький, Шевченківський.

1.1.2 Транспортна інфраструктура Запоріжжя

Сучасна транспортна інфраструктура Запоріжжя включає зовнішні транспортні системи, такі як залізничні, автобусні, автомобільні мережі, повітряний транспорт та водний (річний) транспорт та внутрішні - магістральну вулично-дорожню мережу та мережу масового пасажирського транспорту.

Запорізький залізничний вузол характеризується перетином двох основних ліній: Харків – Запоріжжя – Сімферополь та Кривий Ріг – Запоріжжя – Донецьк.

Зовнішні автобусні перевезення пасажирів здійснюються трьома автобусними станціями та одним автобусним вокзалом. Перевезення здійснюють підприємства різних форм власності. Міська маршрутна мережа, що сполучає всі соціально важливі райони міста, складається з електричного та автомобільного транспорту.

Представником електротранспорту в місті Запоріжжі є «Запоріжелектротранс», з двома трамвайними депо та двома тролейбусними парками. Трамвайний транспорт пропонує 12 маршрутів, тролейбусний – 13 маршрутів. Довжина маршруту електротранспорту: трамвай - 189,5 км, тролейбус - 331,3 км [3].

Автотранспорт обслуговує більше 100 автобусних маршрутів, загальна довжина яких близько 2000 км [2].

Середньодобова кількість транспортних засобів на маршруті міського транспорту становила 135 трамваїв, 100 тролейбусів, 1198 автобусів різних класів.

Зовнішня мережа автомобільних доріг включає дороги державного значення, що забезпечують сполучення з Дніпропетровською, Харківською, Полтавською, центральними та південними областями України, Чорноморським та Азовським узбережжями.

Вантажно-пасажирські перевезення здійснюють два річкові порти, розташовані на лівому березі, вище та нижче за течією Дніпровської ГЕС. Повітряний транспорт забезпечує аеропорт Запоріжжя, розташований на північному сході міста.

Існуючі магістральні дороги та дорожні мережі міста представлені автомобільними дорогами міського та обласного значення. Транспортне сполучення між лівим і правим берегами здійснюється мостом через Дніпровську дамбу та острів Хортиця. Зараз будується новий мостовий перехід.

Довжина дорожньої мережі м. Запоріжжя – 997,0 км [2].

1.2 Загальна характеристика району дослідження

Об'єкт дослідження в магістерській роботі – ділянка дорожньої мережі Шевченківського району, яка обмежена вулицями Героїв 55-ї бригади, Чарівною та проспектом Моторобудівників. Схема ділянки представлена на рисунку 1.1 та на слайді 2.

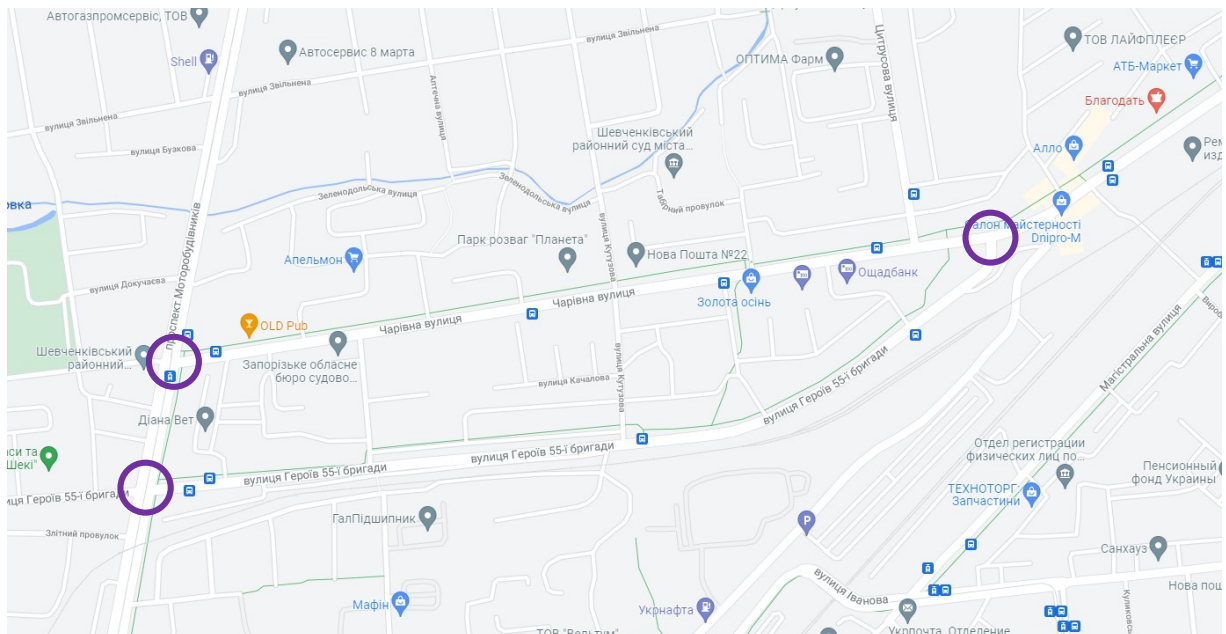


Рисунок 1.1 Об'єкт дослідження магістерської роботи

В центрі ділянки розташована багатоповерхова житлова забудова та декілька об'єктів соціально-побутового призначення (магазини, перукарня тощо). Зазначені вулиці, які утворюють ділянку, відносяться до вулиць міського значення. Це пов'язано з використанням їх для часткового пропуску транзитного транспортного потоку, що рухається з Донецького напрямку на інший берег ріки Дніпро.

Щодо видів руху на ділянці, то обмежень за видами транспорту немає. На цих вулицях рухається приватний, службовий, вантажний транспорт, а також міський пасажирський транспорт, зокрема автобуси та мікроавтобуси. Треба зазначити, що проспектом Моторобудівників також здійснюється рух трамваїв в обох напрямках. Трамвайні колії розташовані всередині проїжджої частини на розділовій смузі, що не призначена для руху автомобільного транспорту.

Дорожнє покриття в задовільному стані. Тротуари по вул. Героїв 55-ї бригади та вздовж проспекту Моторобудівників - в задовільному стані, по вул. Чарівній - частково відсутні.

Відстані між перехрестями такі:

- від пр. Моторобудівників до вул. Кутузова по вул. Чарівній – 585 м;
- від вул. Кутузова до торговельного центру по вул. Чарівній – 350 м;
- від торговельного центру до вул. Цитрусової по вул. Чарівній – 110 м;
- від вул. Цитрусова до вул. Героїв 55-ї бригади по вул. Чарівній – 90 м;
- від вул. Героїв 55-ї бригади до вул. Чарівної по пр. Моторобудівників - 330 м;
- від пр. Моторобудівників до вул. Кутузова по вул. Героїв 55-ї бригади – 575 м;
- від вул. Кутузова до вул. Чарівної по вул. Героїв 55-ї бригади - 670 м.

Особливістю ділянки дорожньої мережі, про яку йдеться, є те, що майже весь транспорт із Шевченківського району проходить нею до центру міста та інших районів. Це тому, що іншої зручної дороги, яка б з'єднала

Шевченківський райони 1, 2 та 3 з цими територіями, немає. Отже, трафік на ділянці досить сильний і значний майже протягом дня.

1.3 Характеристики транспортних та пішохідних потоків

1.3.1 Інтенсивність і склад транспортних потоків

Під час дослідження інтенсивності розраховувалися в години пік (з 7:30 до 8:30 та з 16:30 до 17:30).

Отримані дані інтенсивності обробляються і зводяться до умовного легкового автомобіля за формулою [4]:

$$N_{np} = \sum N_i \cdot K_i \quad (1.1)$$

де N_i – інтенсивність автомобілів i -ї групи;

K_i - коефіцієнт приведення, який відповідає групі автомобілів.

На рисунках 1.2-1.4 показана інтенсивність транспортного потоку на головних перехрестях ділянки в ранкові години «пік», на рисунку 1.5-1.7 – у вечірній «пік».

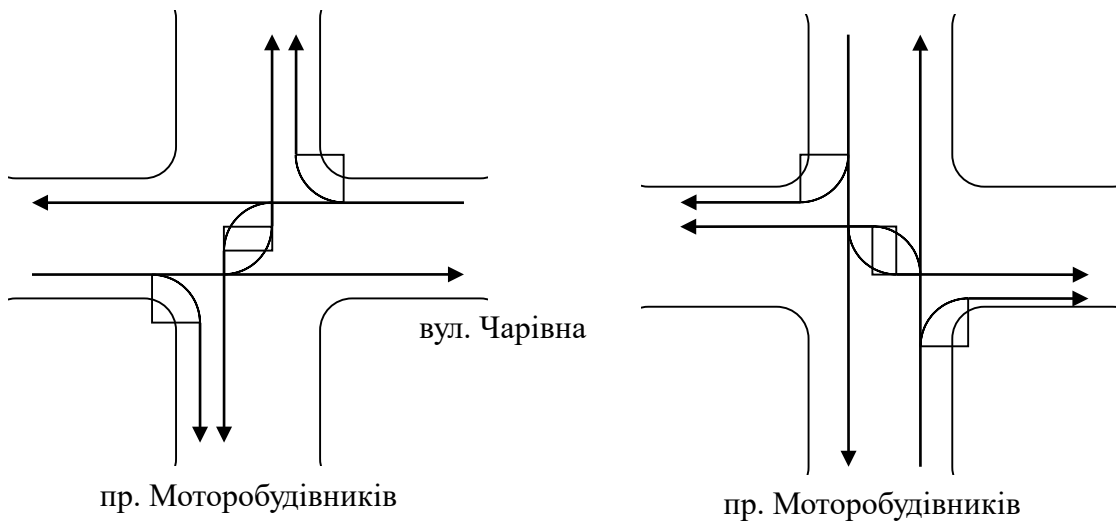


Рисунок 1.2 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна

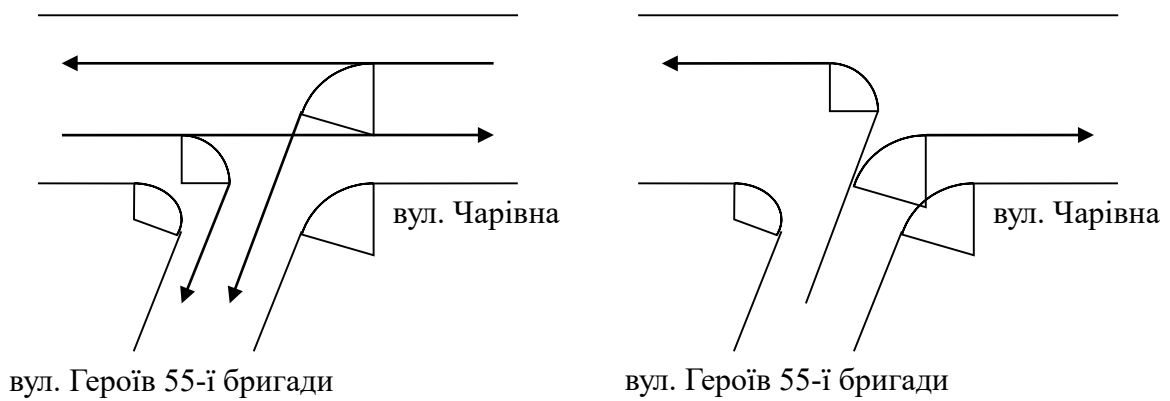


Рисунок 1.3 - Інтенсивність руху на перехресті вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади

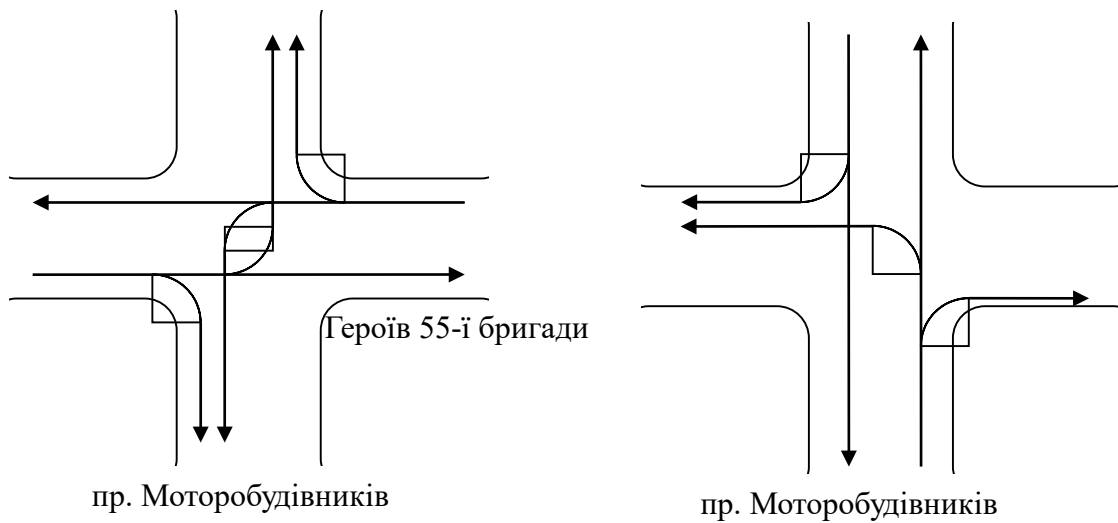


Рисунок 1.4 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

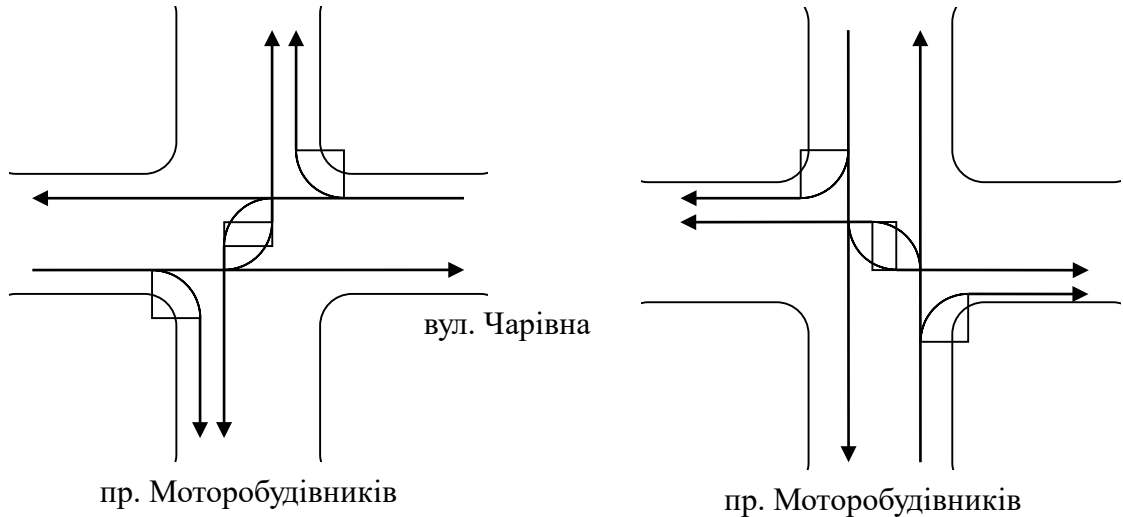


Рисунок 1.5 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна

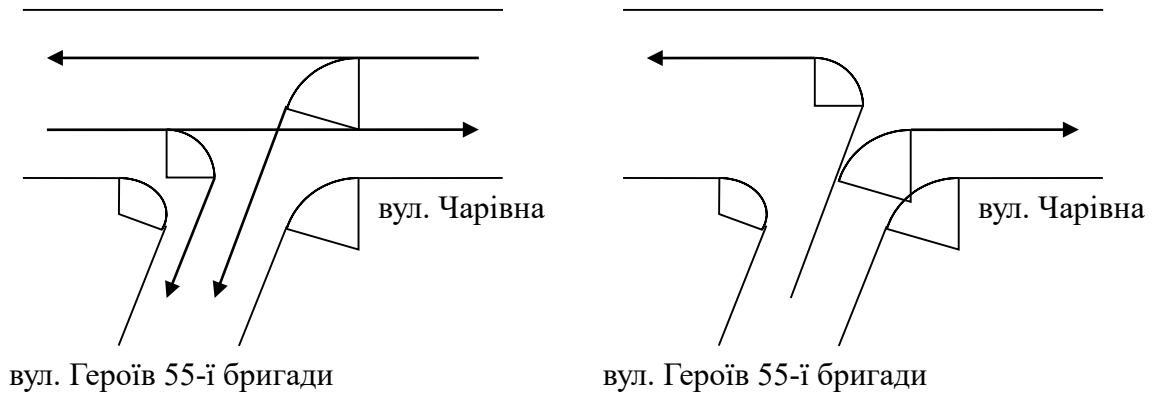


Рисунок 1.6 – Інтенсивність руху на перехресті вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади

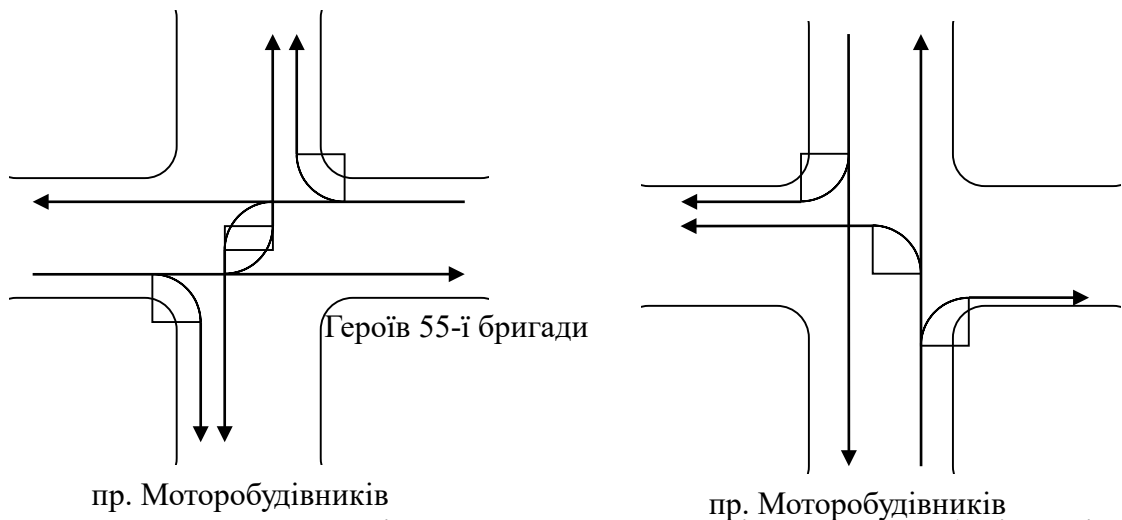


Рисунок 1.7 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

В ранковий час «пік» рух транспорту здійснюється з Шевченківського району до центру міста, у вечірній час – навпаки у зворотному напрямку.

На рисунку 1.8-1.10 показаний склад транспортного потоку на перехрестях.

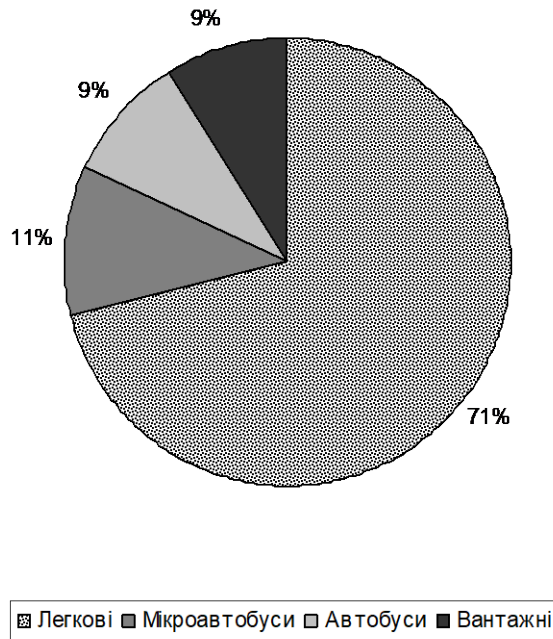


Рисунок 1.8 - Склад потоку на перехресті пр. Соборний – вул. Чарівна

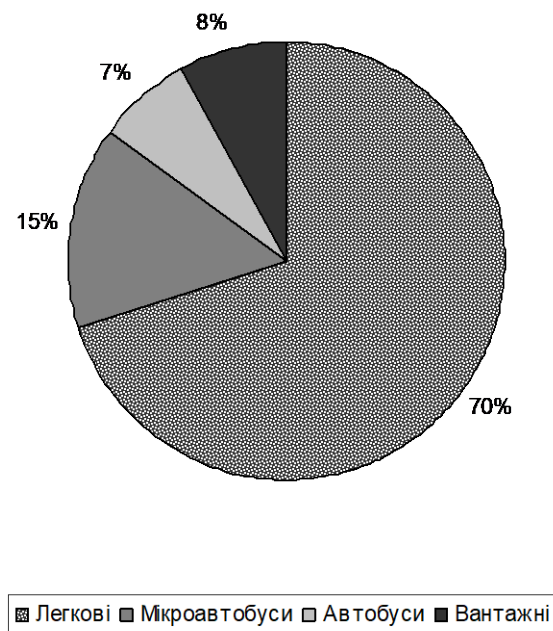


Рисунок 1.9 - Склад потоку на перетині вул. Чарівної та Героїв 55-ї бригади

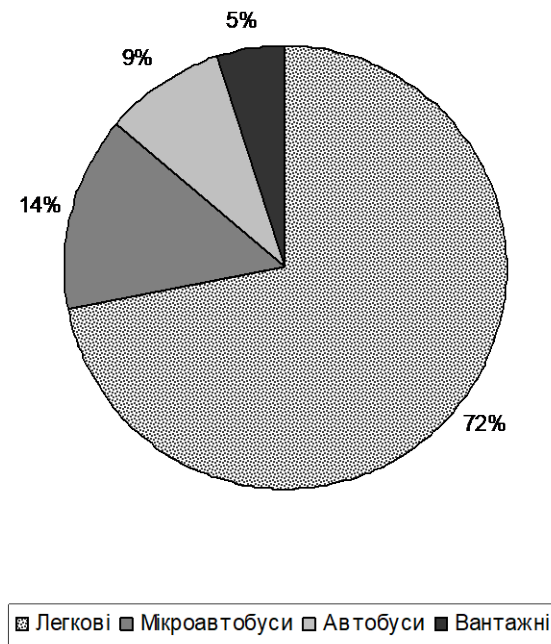


Рисунок 1.10 - Склад транспортного потоку на перехресті пр.
Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

Як видно з рисунків 1.8-1.10, у транспортному потоці на всіх ділянках розглянутої дорожньої мережі переважають легкові автомобілі. Частка їх становить 70% від загальної кількості транспортних засобів у потоці.

Слід зазначити, що такий розподіл складу транспортного потоку характерний лише для годин «пік». У години міжпікові кількість легкових автомобілів зменшується до 45-50 % від загального складу потоку. Це пов'язано зі зниженням інтенсивності руху приватного транспорту та майже незмінною кількістю міського пасажирського транспорту в такі часи.

Склад транспортного потоку на ключових перехрестях наведений на слайді № 2.

1.3.2 Аналіз швидкісних режимів руху транспорту

Значення швидкості руху визначаємо за допомогою приладу «ІСКРА-1». Це універсальний імпульсний вимірювач швидкості, який виконує роботу в нерухомому і рухомому положенні (включаючи зустрічні і побіжні цілі). Можливо виділення цілей у напрямку.

Технічні характеристики приладу «ІСКРА-1» [5]:

- робоча частота - $24,15 \pm 0,1$ ГГц (К -діапазон);
- дальність виявлення - не менше 500 - 800 м;
- вимірюваний діапазон швидкостей - 30 - 220 км / год;
- межа абсолютної похибки вимірювання швидкості - ± 2 км/год;
- час вимірювання швидкості - не більше 1 с;
- дискретність заданого граничного значення швидкості - 1 км/год; вибір найшвидшої цілі в разі, коли швидкість цілі перевищує на 4 км/год швидкість потоку;
- допустима тривалість безперервної роботи не менше 16 годин;
- час встановлення режиму роботи після включення живлення не більше 3 с;
- середня споживана потужність – не більше 8 Вт;
- вага - не більше 0,9 кг (без акумулятора);
- допустима гранична температура від -50°C до $+55^{\circ}\text{C}$;
- габаритні розміри - не більше 265x180x65 мм.

Швидкість руху визначалася на прямій ділянці вулиці Чарівна. Результати вимірювань швидкості на дорозі наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Розподіл швидкості по вулиці Чарівній

Інтервал швидкості	Середина інтервалу V_i	Кількість спостережень m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
10-15	12,5	884	0,047	0,047
15-20	17,5	1617	0,086	0,133
20-25	22,5	3422	0,182	0,315
25-30	27,5	4945	0,263	0,578
30-35	32,5	4080	0,217	0,795
35-40	37,5	1861	0,099	0,894
40-45	42,5	940	0,050	0,944
45-50	47,5	451	0,024	0,968
50-55	52,5	170	0,009	0,977
55-60	57,5	433	0,023	1,00

Середнє значення швидкості (згідно з таблицею 1.1) [4]:

$$\bar{V} = \frac{\sum V_i \cdot m_i}{\sum m_i}, \quad (1.2)$$

$$\bar{V} = \frac{549912,5}{18803} = 30 \text{ км/год.}$$

1.3.3 Характеристики пішохідного руху

На ділянці дорожньої мережі, що розглядається, пішохідний рух здійснюється по тротуарах, якими обладнані майже всі ділянки вулиць.

За характером руху цей рух здійснюється в основному до та від зупинок пасажирського транспорту. Крім того, це рух до об'єктів тяжіння: магазинів, ринків, розташованими як на території, так і поблизу неї.

Під час спостереження та вивчення характеру пішохідного потоку виявлено такі недоліки:

- відсутність відповідно до вимог обладнаного пішохідного переходу через проспект Моторобудівників в районі перехрестя з вулицею Героїв 55-ї бригади;
- хаотичний рух через проїжджу частину пішоходів практично по всій довжині вулиці Чарівної;
- відсутність відповідно до вимог обладнаних пішохідних переходів через вулицю Героїв 55-ї бригади в місцях зупинок загального пасажирського транспорту;
- значний потік пішоходів на перехресті вулиць Героїв 55-ї бригади та Чарівної до та від ринку у не зазначених повинним чином для цього місцях.

Ці недоліки слід враховувати при покращенні умов руху на зазначеній території.

Найбільш інтенсивний пішохідний рух на проспекті Моторобудівників (до 500 пішоходів на годину) та Чарівній, особливо біля торгових комплексів (до 1500 пішоходів на годину). Ця інтенсивність стосується лише годин пік. На вулиці проспекті Моторобудівників це з 6 до 8 ранку та з 16 до 17 години. На вулиці Чарівній це з 17:00 до 19:00 години.

1.4 Визначення пропускної здатності дорожньої мережі

Обсяг пропускної здатності в ідеальному стані з урахуванням вітчизняних і зарубіжних даних можна приймати в наступних розмірах (для автомобілів):

- на двосмугових дорогах - 2200 авто/год;
- на трьохсмугових дорогах - 4000 авто/год;
- на чотирисмугових дорогах - 1800 авто/год (кожною смугою).

Максимальне значення пропускної здатності в ідеальних умовах може досягати 75 % від теоретичного значення.

Можлива пропускна здатність – це пропускна здатність за певних дорожніх умов і рівнів завантаження дороги. Значення визначаються спостереженням і можуть складати у відповідності від умов руху 15-75% від теоретичних значень.

Як зазначалося раніше, завантаження транспортом території, що розглядається, буде оцінюватися шляхом аналізу інтенсивності руху в часи пік і пропускної здатності дороги.

Пропускна здатність визначається за формулою [6]:

$$A_c = \frac{3600 \cdot V}{V \cdot t_p + \beta \cdot V^2 + l_o + l_a} \quad (1.3)$$

де V – швидкість, що відповідає пропускній здатності, м/с;

t_p – час реакції водія, с;

l_o – відстань безпеки між автомобілями, м;

l_a – довжина автомобіля (умовного для розрахунків), м;

β – коефіцієнт гальмування.

Коефіцієнт гальмування визначається за формулою [6]:

$$\beta = \frac{1}{2g \cdot (\varphi \pm i + f)} \quad (1.4)$$

- де g – прискорення тяжіння, м/с^2 ;
 f – коефіцієнт опору коченню;
 i – поздовжній ухил дороги;
 φ – коефіцієнт поздовжнього зчеплення автомобіля з покриттям.

Давайте оцінимо пропускну здатність ділянки дороги на вулиці Чарівній біля дитячого центру розваг.

Для розрахунку беремо такі дані [6]:

- швидкість, що пропускну здатності $V = 13,5 \text{ м/с}$;
- час реакції водія $t_p = 1,0 \text{ с}$;
- відстань безпеки між автомобілями $l_0 = 2 \text{ м}$;
- довжина автомобіля (умовного для розрахунків) $l_a = 5 \text{ м}$.

Коефіцієнт гальмування розраховується за такими параметрами [6]:

- прискорення тяжіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;
- коефіцієнт опору коченню $f = 0,02$;
- поздовжній ухил дороги $i = 0$;
- коефіцієнт поздовжнього зчеплення автомобіля й дороги $\varphi = 0,3$.

Слід зазначити, що обрані коефіцієнти прийняті для найгірших умов руху.

Отже, ми отримуємо:

$$\beta = \frac{1}{2 \cdot 9,8 \cdot (0,3 + 0 + 0,02)} = 0,16$$

$$A_c = \frac{3600 \cdot 13.5}{13.5 \cdot 1 + 0,16 \cdot 182.25 + 2 + 5} = 978 \text{ авт/год.}$$

У зоні дослідження дві смуги руху в кожному напрямку. Але це не означає, що середня пропускна здатність смуги в одному напрямку буде дорівнювати подвійному значенню першої смуги, поділеному на два. У такій ситуації необхідно враховувати зниження пропускної здатності у другій смузі, що пов'язано з маневруванням автомобілів тощо.

Пропускна здатність кожної смуги дороги визначається за формулою [6]:

$$A_n = A_c \cdot \varepsilon_i \quad (1.5)$$

де ε_i – коефіцієнт зменшення пропускної здатності смуги.

Коефіцієнт ε_i в залежності від порядкового номера смуги має таке значення [6]:

- перша смуга - 1,00;
- друга смуга - 0,85;
- третя смуга - 0,70;
- четверта смуга й далі - 0,50.

Перша смуга дороги – це смуга, яка знаходиться праворуч від напрямку руху.

$$A_{c1} = 978 \text{ авт/год.}$$

$$A_{c2} = 0,85 \cdot 978 = 831 \text{ авт/год.}$$

Після визначення значень пропускної здатності всіх смуг, необхідно визначити середнє значення пропускної здатності:

$$A_{cp} = \frac{978 + 831}{2} = 904 \text{ авт/год.}$$

У цьому випадку дорога містить по дві смуги в кожному напрямку. Але необхідно враховувати той факт, що на всій довжині ділянки по вулиці Чарівній паркування автомобілів здійснюється на першій смузі руху. Фактично транспортні засоби рухаються по другій смузі, що додає коефіцієнт завантаження рухом.

Коефіцієнт завантаження рухом визначається за формулою [4]:

$$z = \frac{N_a}{P} \quad (1.6)$$

де N_a - інтенсивність руху, авт/год;

P - пропускна здатність, авт/год.

$$z = \frac{825}{978} = 0,84$$

Значення коефіцієнта завантаження рухом $z = 0,84$ відповідає насиченим умовам руху зі значною щільністю потоку. Пропускна здатність вулиці Героїв 55-ї бригади буде такою ж.

1.5 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) - це порушення нормального процесу руху транспортного засобу в результаті чого виникають травмування людей або матеріальні збитки.

Всі три розглянуті вище перехрестя є місцями з наявністю значної кількості ДТП. Крім того, аварійно небезпечною можна вважати ділянку на вулиці Чарівній біля торгового комплексу.

У таблиці 1.2 наведена статистика дорожньо-транспортних пригод на ділянці вулиці Чарівна за 2020 рік.

Таблиця 1.2 – Статистика ДТП на вулиці Чарівна у 2020 році

№	Дата	Час	Наслідки	Місце аварії	Вид ДТП
1	2	3	4	5	6
1	9.1	22:30	1-0-0	буд. №119 (ТК)	зіткнення
2	7.2	1:00	1-0-0	буд. №121 (ТК)	зіткнення
3	14.4	14:10	1-0-0	буд. №117 (ТК)	зіткнення
4	17.4	17:30	1-0-0	буд. №121 (ТК)	зіткнення
5	26.4	13:00	1-0-1	х з пр. Моторобудівників	наїзд на пішохода
6	5.5	7:20	1-0-1	х з вул. Героїв 55-ї бригади	наїзд на пішохода
7	9.6	21:00	1-0-0	х з вул. Героїв 55-ї бригади	зіткнення
8	11.6	15:40	1-0-3	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
9	11.6	17:30	1-0-0	х з вул. Кутузова	зіткнення
10	13.6	21:00	1-0-1	х з вул. Цитрусова	наїзд на пішохода
11	27.6	10:30	1-0-1	буд. №119 (ТК)	наїзд на пішохода
12	30.6	9:45	1-0-2	х з вул. Героїв 55-ї бригади	наїзд на пішохода
13	1.7	3:00	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
14	5.7	16:00	1-0-0	буд. №119 (ТК)	наїзд на перешкоду

Кінець таблиці 1.2

15	10.7	23:30	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
16	27.7	12:15	1-0-1	х з вул. Цитрусова	наїзд на пішохода
17	29.7	0:00	1-0-0	буд. №121 (ТК)	наїзд на автомобіль, що стоїть
18	6.9	0:30	1-0-0	буд. №121 (ТК)	зіткнення
19	17.9	21:45	1-0-0	буд. №121 (ТК)	зіткнення
20	1.10	20:00	1-0-0	буд. №119 (ТК)	зіткнення
1	2	3	4	5	6
21	8.10	21:50	1-0-1	буд. №121 (ТК)	наїзд на пішохода
22	19.10	21:00	1-0-0	буд. №119 (ТК)	наїзд на автомобіль, що стоїть
23	6.12	10:10	1-0-0	буд. №121 (ТК)	зіткнення
24	14.12	13:00	1-0-0	буд. №119 (ТК)	зіткнення
25	27.12	22:50	1-0-1	х з вул. Героїв 55-ї бригади	зіткнення

На рисунку 1.11 та на слайді № 4 наведена статистика ДТП за місцями скоєння на вулиці Чарівній.

На рисунку 1.12 та на слайді № 5 наведений розподіл ДТП за годинами доби на вулиці Чарівній.

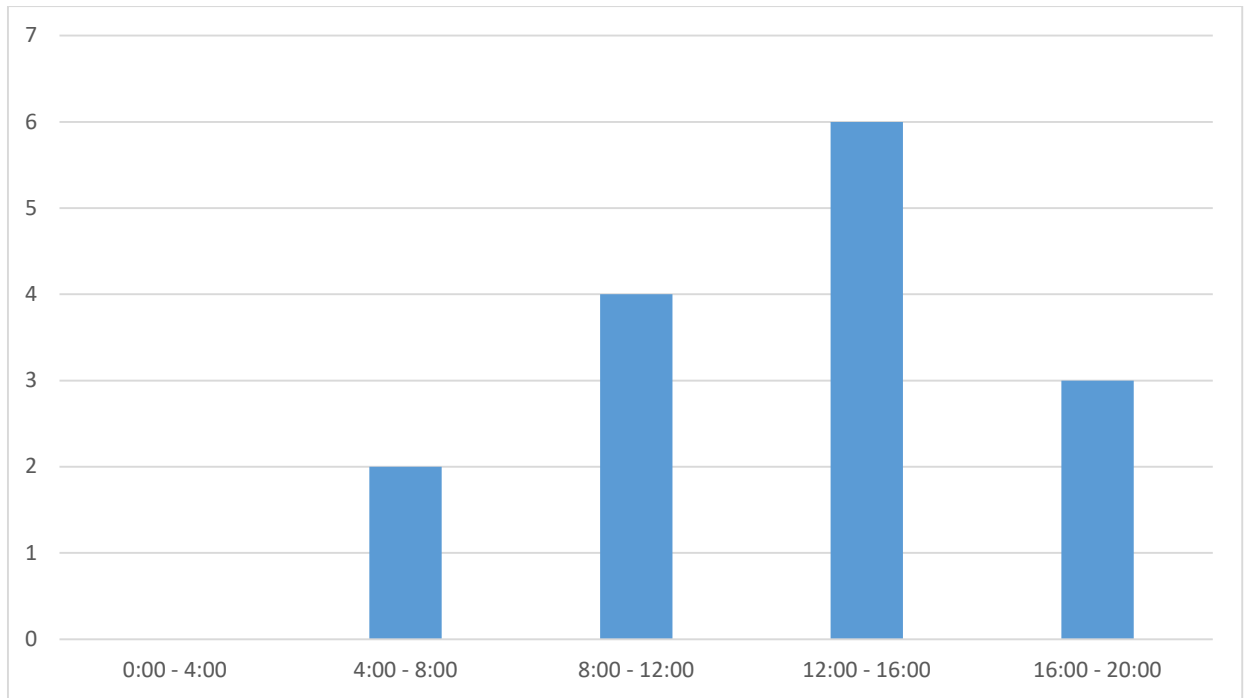


Рисунок 1.11 – Статистика ДТП за місцями скоєння по вул. Чарівна

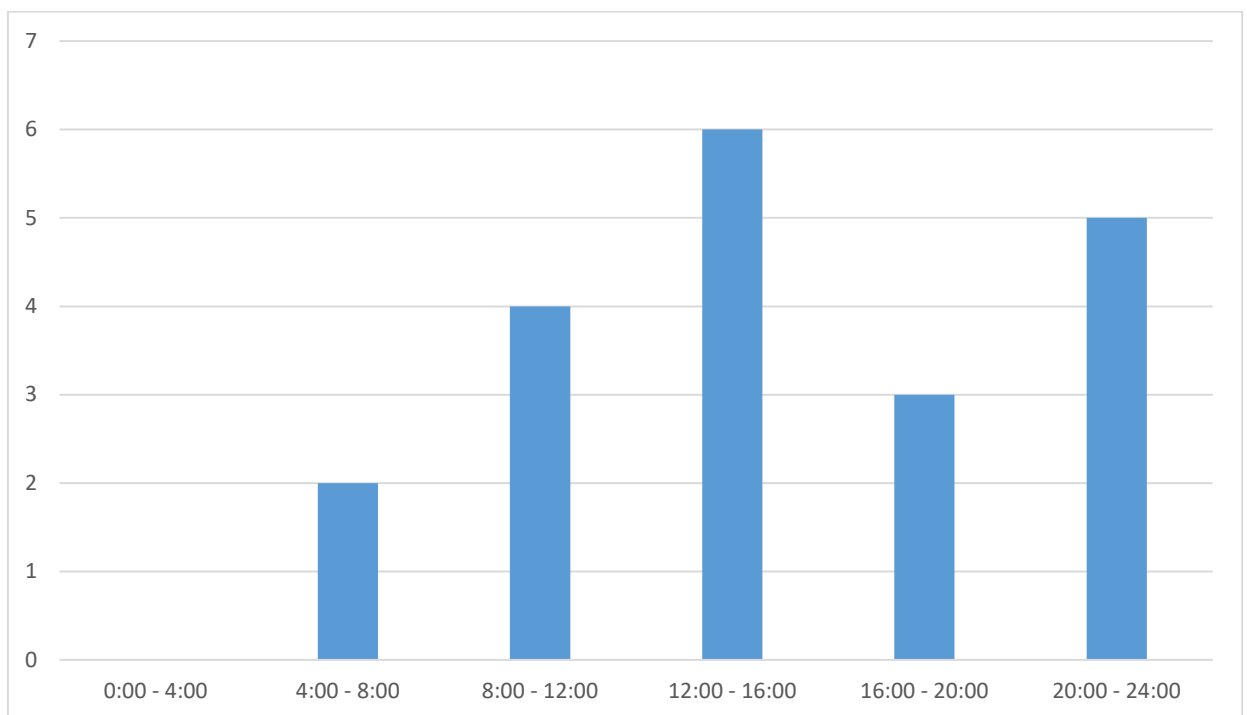


Рисунок 1.12 – Розподіл ДТП за годинами доби по вул. Чарівній

На рисунку 1.13 та на слайді № 6 наведений розподіл ДТП за місяцями року на ділянці по вулиці Чарівній. На рисунку 1.14 та на слайді № 7 наведений аналіз ДТП за видами на ділянці по вулиці Чарівній

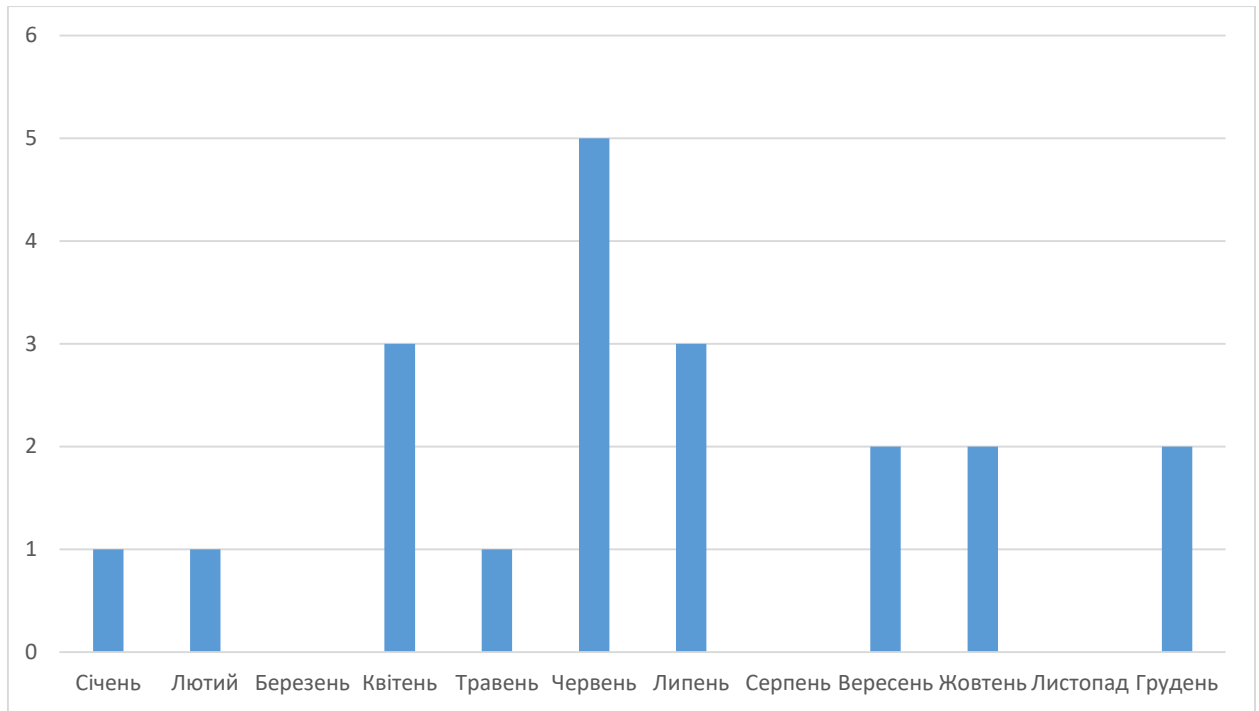


Рисунок 1.13 – Розподіл ДТП по місяцях року на вул. Чарівна

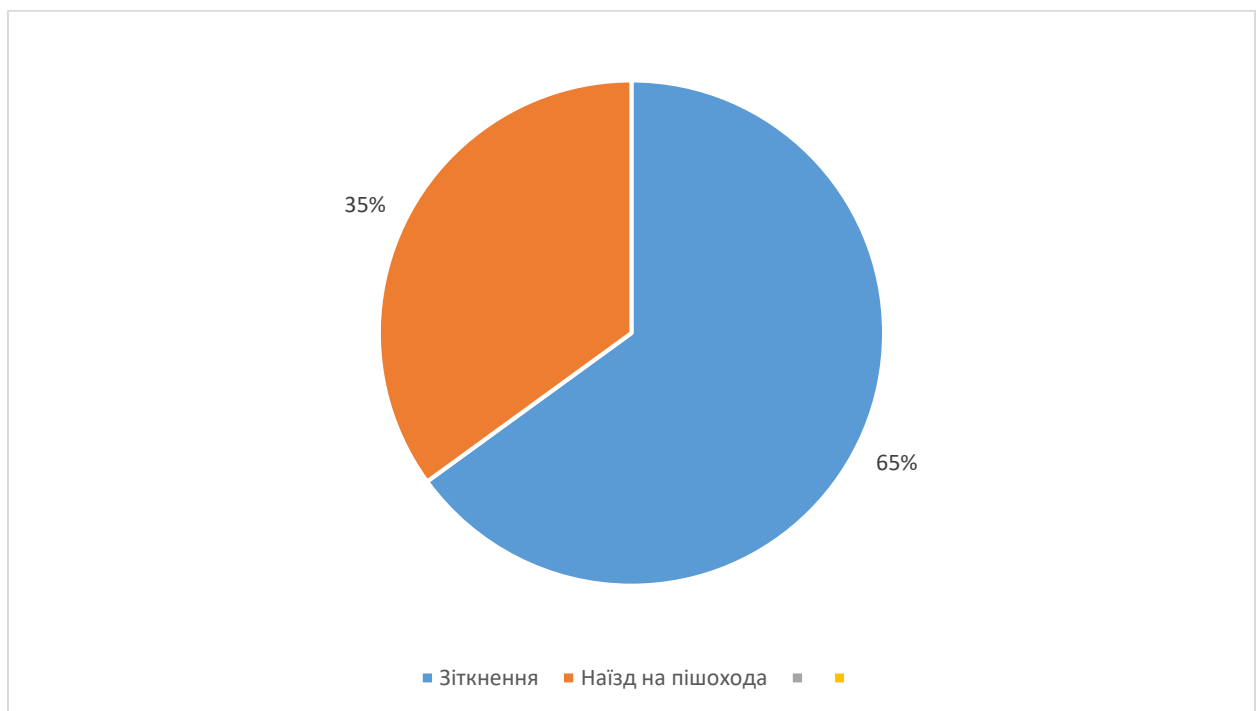


Рисунок 1.14 – Аналіз ДТП за видами на ділянці вул. Чарівна

У таблиці 1.3 наведена статистика дорожньо-транспортних пригод на ділянці вулиці Героїв 55-ї бригади за 2020 рік.

Таблиця 1.3 – Статистика ДТП на вулиці Героїв 55-ї бригади у 2020 р.

№	Дата	Час	Наслідки	Місце аварії	Вид ДТП
1	7.1	21:50	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
2	3.2	7:00	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
3	11.4	17:00	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
4	16.4	17:30	1-0-1	х з вул. Фонвізіна	наїзд на пішохода
5	20.4	10:00	1-0-1	х з пр. Моторобудівників	наїзд на пішохода
6	5.5	7:20	1-0-1	х з вул. Чарівною	наїзд на пішохода
7	9.6	21:00	1-0-0	х з вул. Чарівною	зіткнення
8	15.6	15:00	1-0-3	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
9	16.6	14:30	1-0-0	х з вул. Кутузова	зіткнення
10	18.6	16:00	1-0-1	х з вул. Фонвізіна	наїзд на пішохода
11	30.6	9:45	1-0-2	х з вул. Чарівною	наїзд на пішохода
12	3.7	11:00	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
13	12.7	16:30	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
14	28.7	12:45	1-0-1	х з вул. Фонвізіна	наїзд на пішохода
15	4.9	10:30	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
16	10.9	23:10	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
17	1.10	18:00	1-0-0	х з пр. Моторобудівників	зіткнення
18	12.10	11:20	1-0-1	х з пр. Моторобудівників	наїзд на пішохода
19	1.12	15:40	1-0-0	х пр. Моторобудівників	зіткнення
20	27.12	22:50	1-0-1	х з вул. Чарівною	зіткнення

На рисунку 1.15 та на слайді № 8 наведена статистика ДТП за місцями скоєння на вулиці Героїв 55-ї бригади.

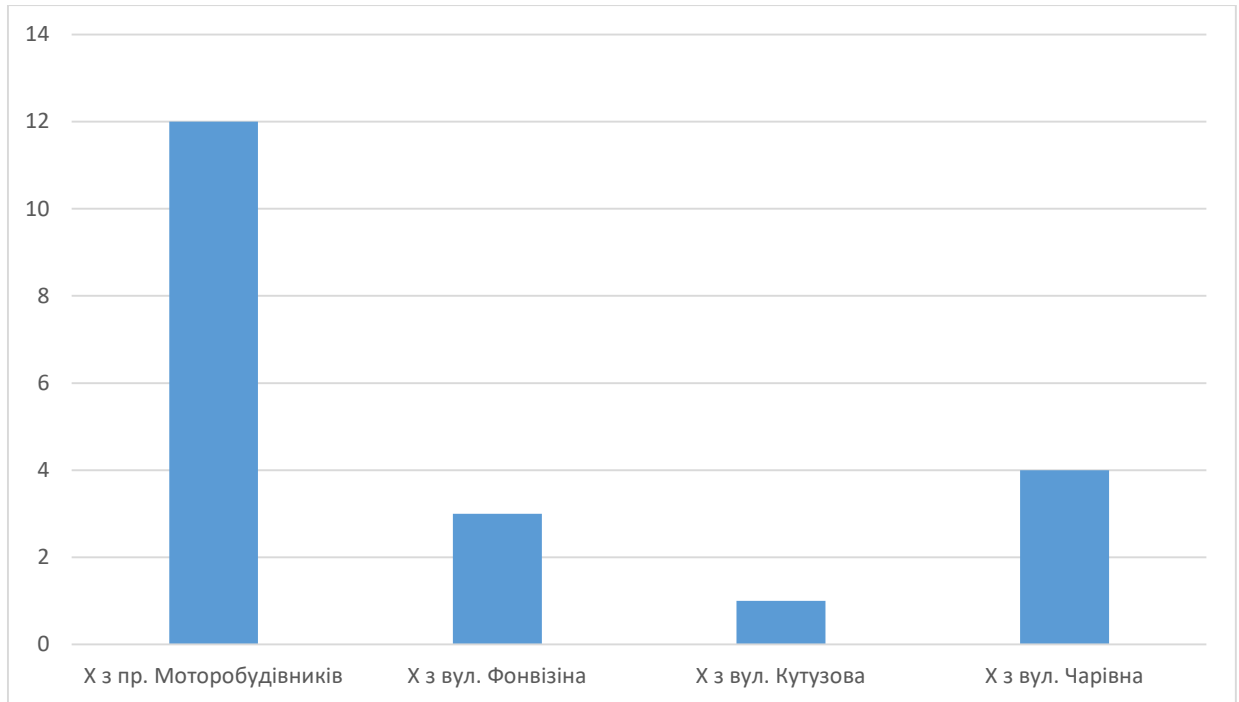


Рисунок 1.15 - Статистика ДТП за місцями скоєння по вул. Героїв 55-ї бригади

На рисунку 1.16 та на слайді № 9 наведений розподіл ДТП за годинами доби на вулиці Героїв 55-ї бригади.

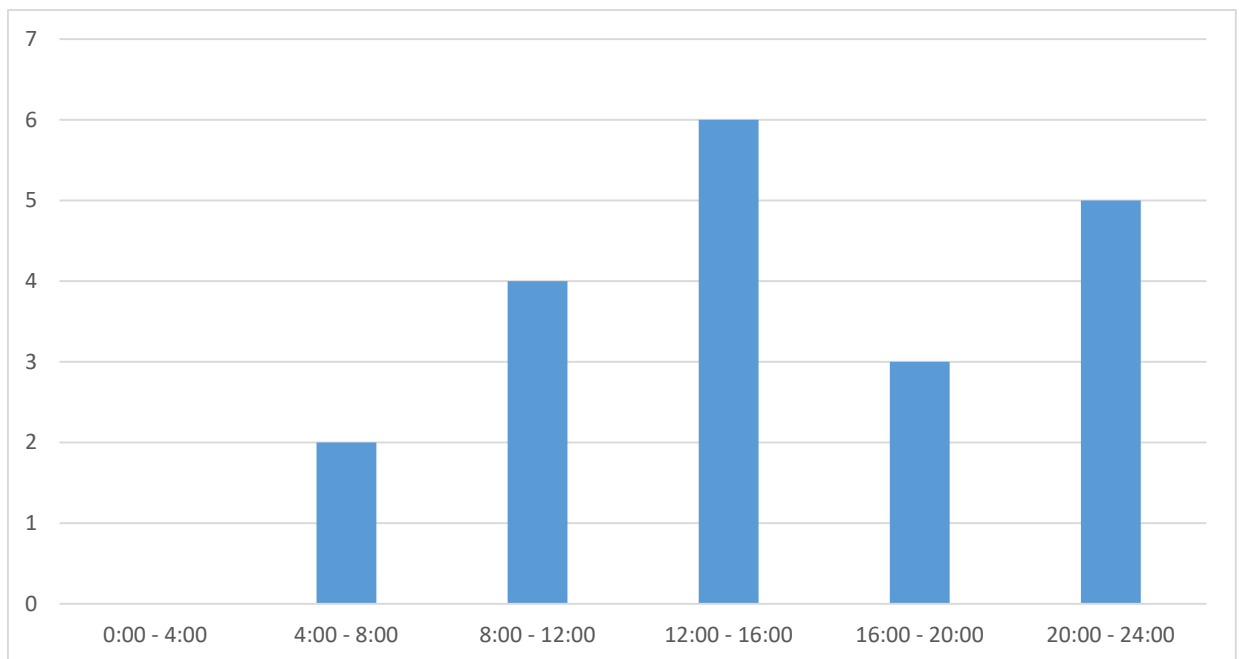


Рисунок 1.16 – Розподіл ДТП за годинами доби по вул. Героїв 55-ї бригади

На рисунку 1.17 та на слайді № 10 наведений розподіл ДТП за місяцями року на ділянці по вулиці Героїв 55-ї бригади.

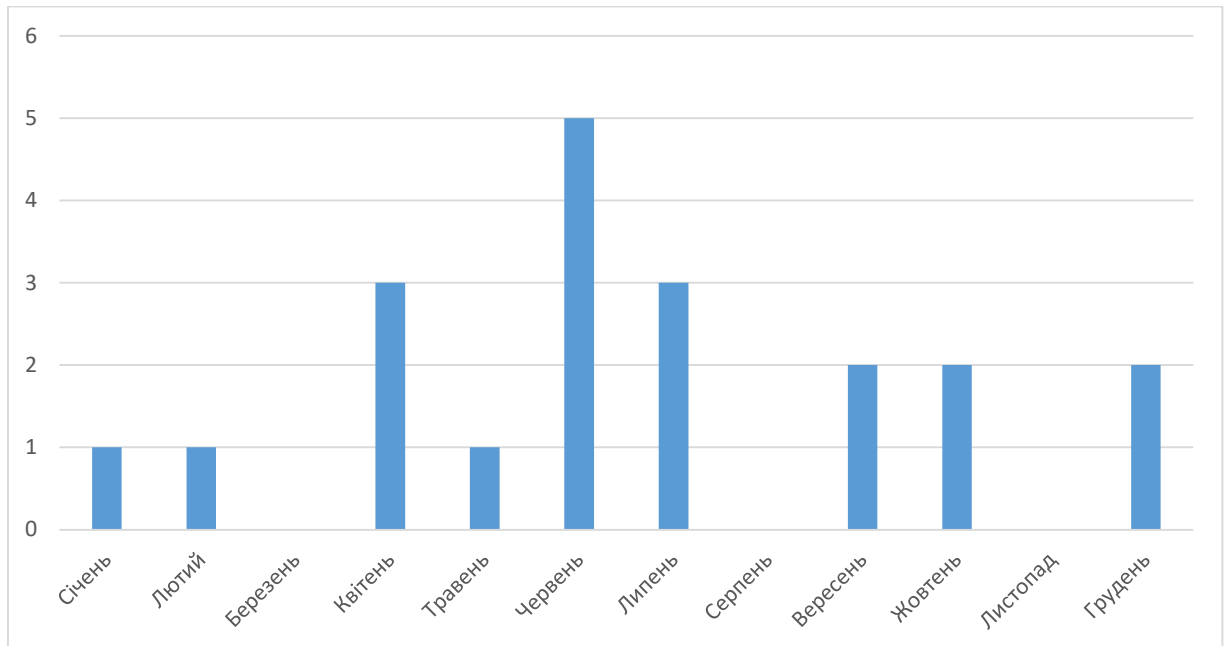


Рисунок 1.17 - Розподіл ДТП по місяцях року на вул. Героїв 55-ї бригади

На рисунку 1.18 та на слайді № 11 наведений аналіз ДТП за видами на ділянці по вулиці Героїв 55-ї бригади

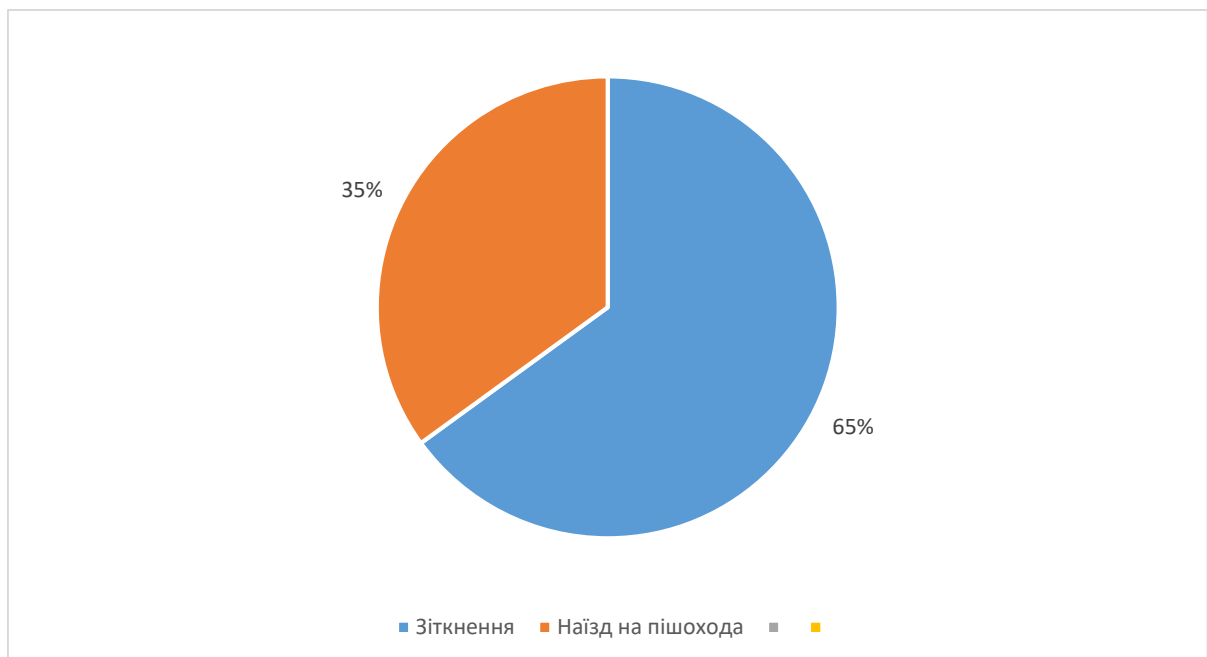


Рисунок 1.18 - Аналіз ДТП за видами на ділянці вул. Героїв 55-ї бригади

Можна зробити висновок, що основними видами аварій в районі є зіткнення та наїзди на пішоходів. Крім того, слід зазначити, що всі вищезазначені перехрестя є місцями підвищеної аварійності і потребують покращення організації руху з метою підвищення безпеки руху.

1.6 Існуючі недоліки та постановка задач на магістерську роботу

Розглядаючи схему організації дорожнього руху на ділянці дорожньої мережі, яка обмежена проспектом Моторобудівників та вулицями Чарівна і Героїв 55-ї бригади, та оцінюючи рівень організації дорожнього руху та наявну безпеку пішоходів, можна виділити такі недоліки:

- велика кількість аварій по всій ділянці;
- щільні транспортні потоки та затримки руху в годину пік;
- відносно низька пропускна здатність для вулиць такого типу;
- незадовільний стан організації пішохідного руху.

Для усунення цих недоліків та підвищення безпеки руху транспорту й пішоходів на об'єкті передбачено:

- збільшення пропускної здатності ділянки шляхом впровадження одностороннього руху;
- підвищення безпеки руху за допомогою технічних засобів організації і регулювання руху різного типу;
- усунення недоліків в організації пішохідного руху.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Використання одностороннього руху в зоні проектування

Ефективним організаційно-технічним заходом, що сприяє покращенню умов дорожнього руху та зменшенню аварійності, є організація одностороннього руху на дорогах міста. Організація цього руху має багато застосувань у світовій та вітчизняній практиці.

Односторонній рух можна організувати за наявності двох паралельних доріг або вулиць (вулиці Чарівна та Героїв 55-ї бригади надають таку можливість). Ця система дозволяє збільшити пропускну здатність та швидкість на дорозі.

При розробці планів розвитку та реконструкції дорожньо-транспортної мережі, а також при вирішенні питань організації дорожнього руху, як правило, передбачають використання однобічного дорожнього руху, що сприяє вирішенню деяких транспортних проблем.

У більшості випадків односторонній рух запроваджується на вузьких дорогах із шириною доріг 6-9 м, що, крім покращення умов руху, дозволяє паркуватися вздовж тротуарів [4].

Використання одностороннього руху на дорогах і міських вулицях обумовлено багатьма перевагами перед двостороннім рухом.

Односторонній рух збільшує пропускну здатність вулиць, спрощує схему організації дорожнього руху, особливо на перехрестях, де перетинаються транспорт та пішоходи, ефективніше використовує всі смуги руху, зменшує аварійність, що супроводжується зменшенням травматизму. Нарешті, покращення ситуації та підвищення безпеки руху має певний економічний ефект.

Збільшення пропускну здатності на вулицях з одностороннім рухом відбувається за рахунок більш повного та ефективнішого використання ширини доріг, смуг, особливо з непарним їх числом, а також збільшення

швидкості до межі, що забезпечує найвищу пропускну здатність на кожній смузі. Тут важливо вдосконалити та спростити схему організації та регулювання руху на перехрестях, що суттєво впливає на загальну пропускну здатність доріг. Результати досліджень впровадження одностороннього руху показують, що пропускна здатність вулиць із одностороннім рухом збільшується на 25-50 %, усуваються багато обмежень, з'являється велика свобода маневру та вибору швидкості, зменшується кількість та час затримок, що скорочує час руху і збільшує швидкість. [4]

Організація одностороннього руху в дорожній системі іноді призводить до зниження інтенсивності в одному напрямку, але збільшення в протилежному, що пов'язано з перерозподілом транспортного потоку. Проте загальний обсяг руху по цій системі вулиць, як правило, збільшується або залишається незмінним. Можливість збільшення інтенсивності руху відбувається через збільшення пропускну здатності.

На перетині вулиць з одностороннім рухом схема організації дорожнього руху спрощується, що полегшує виконання поворотів ліворуч, які відбуваються без перешкод зустрічного руху. В результаті скорочується час звільнення перехрестя, що дає можливість підвищити ефективність системи управління, зменшити затримку та збільшити пропускну здатність перехрестя.

Перехід на односторонній рух призвів до зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод на 18-60 % навіть при зростанні інтенсивності руху [4].

Поряд з позитивними якостями в організації одностороннього руху є і недоліки. Із запровадженням одностороннього руху можливе подовження маршруту та пов'язані з цим перепробіги транспортних засобів. В результаті збільшується час у дорозі.

Під час руху по односторонній вулиці, яка є часткою дорожньої мережі, водії, особливо ті, хто не знає планування, втрачають орієнтування і відмовляються від деяких маршрутів.

В окремих випадках, спочатку після запровадження одностороннього руху, на таких вулицях спостерігалось збільшення аварійності. Це пов'язано з тим, що, по-перше, незвичний напрямок руху, особливо для людей, які переходять дорогу по лівому тротуару, а по-друге, незвичні та небезпечніші умови переходу, особливо на широких дорогах. Крім того, певну небезпеку складає збільшення швидкості руху, особливо в смузі, що примикає до лівого тротуару. Після того, як пішоходи звикнуть до нової організації дорожнього руху, кількість дорожньо-транспортних пригод зменшується і стає значно меншою, ніж в системі двостороннього руху.

Найбільш поширена організація одностороннього руху на двох паралельних дорогах, розділених будівлями, розташованих на невеликій відстані одна від одної та з'єднаних між собою поперечними проїздами. Розподіл зустрічних транспортних потоків у просторі виключає одночасний вплив один на одного.

Запровадження одностороннього руху на вулицях для покращення ситуації та підвищення безпеки руху має передбачати деякі організаційно-технічні заходи з урахуванням особливостей руху транспортних засобів та пішоходів, а також з урахуванням типових аварійних ситуацій.

Одним із головних завдань є забезпечення безпечних умов перетину дороги з одностороннім рухом.

Дорожня розмітка на перехресті сприяє більш чіткій траєкторії руху автомобілів без поперечного зсуву. У цьому випадку між рядами є проміжок, і пішоходи, яких на дорозі застала група автомобілів, почуваються впевнено, перебуваючи між транспортними потоками на острівцях безпеки і чекаючи безпечного інтервалу між автомобілями для завершення переходу. На регульованих перехрестях доцільно влаштовувати пішохідні переходи перед перехрестям.

Для успішної роботи цієї системи дорожнього руху необхідно обладнати дороги відповідними дорожніми знаками, а також дорожньою розміткою.

2.1.1 Варіанти схеми організації одностороннього руху

Розглянуті вище переваги одностороннього руху дозволяють припустити, що організація руху за цією схемою в частині дорожньої мережі може розглядатися як захід для підвищення безпеки руху та пропускної здатності доріг.

Вулиці Чарівна та Героїв 55-ї бригади йдуть на ділянці практично паралельно одна одній і зливаються на Т-подібному перехресті. Крім цього, вулиці поєднуються перпендикулярними проїздами по вулицях Кутузова та Фонвізіна, що дозволить значно зменшити перепробіги автомобілів при організації однобічного руху. Отже, ділянка, що розглядається, має всі підстави для організації на ній однобічного руху.

Схема дорожнього руху за однобічним принципом може бути виконана у двох варіантах:

- а) по вул. Чарівній однобічний рух до центру міста, а по вул. Героїв 55-ї бригади у напрямку Шевченківських житлових масивів (див. рисунок 2.1 та слайд № 12);
- б) по вул. Чарівній однобічний рух до Шевченківських житлових масивів, а по вул. Героїв 55-ї бригади у напрямку центра міста (див. рисунок 2.2 та на слайді № 12).

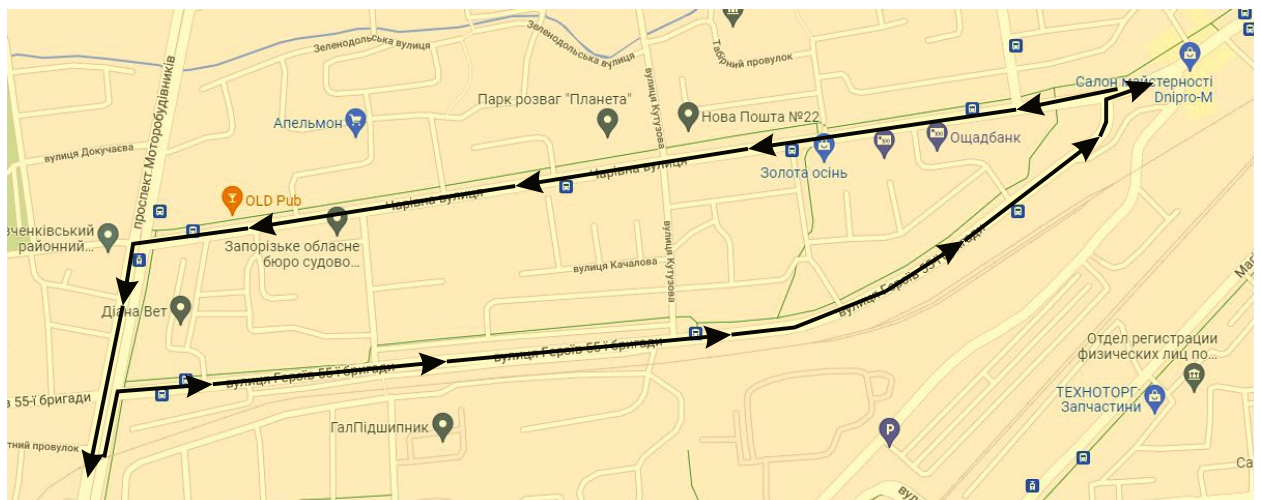


Рисунок 2.1 - Схема організації одностороннього руху № 1

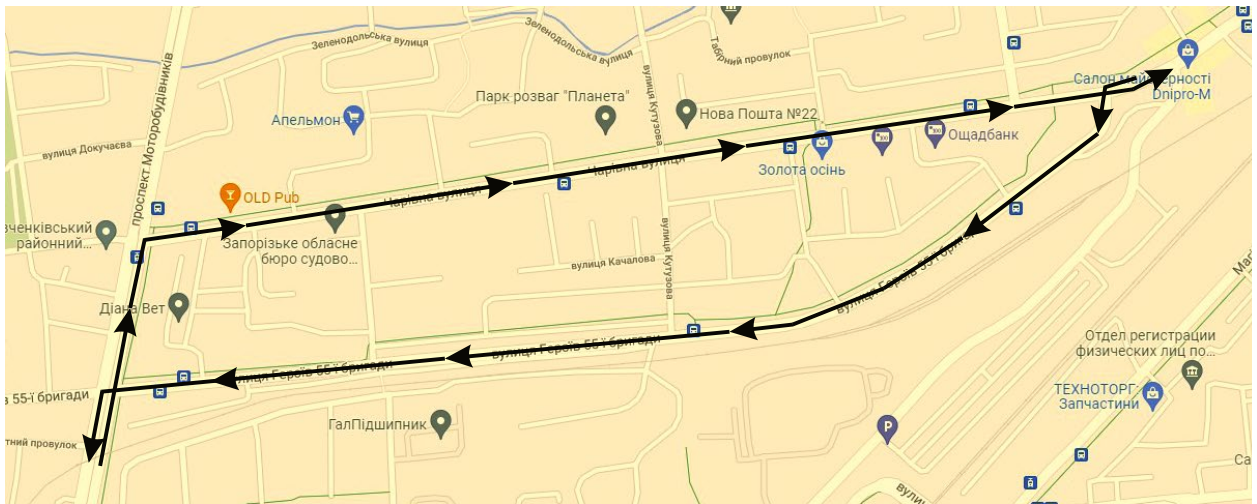


Рисунок 2.2 - Схема організації одностороннього руху № 2

2.1.2 Визначення можливих змін основних характеристик транспортних потоків

Введення одностороннього руху призведе до значних змін характеристик транспортних потоків. Це викликано перерозподілом потоків автомобілів відповідно новим маршрутам руху. Особливо це стосується інтенсивності руху.

Якщо припустити, що інтенсивність руху не зміниться на входах та виходах з ділянки, що розглядається, можливо проаналізувати її зміни на кожному з ключових перехресть у нових умовах руху. Розглянемо зміни інтенсивності для ранкових пікових годин.

На рисунках 2.3-2.5 наведені очікувані інтенсивності руху в ранкові години “пік” при застосуванні першого варіанту (див. п. 2.1.1) організації одностороннього руху.

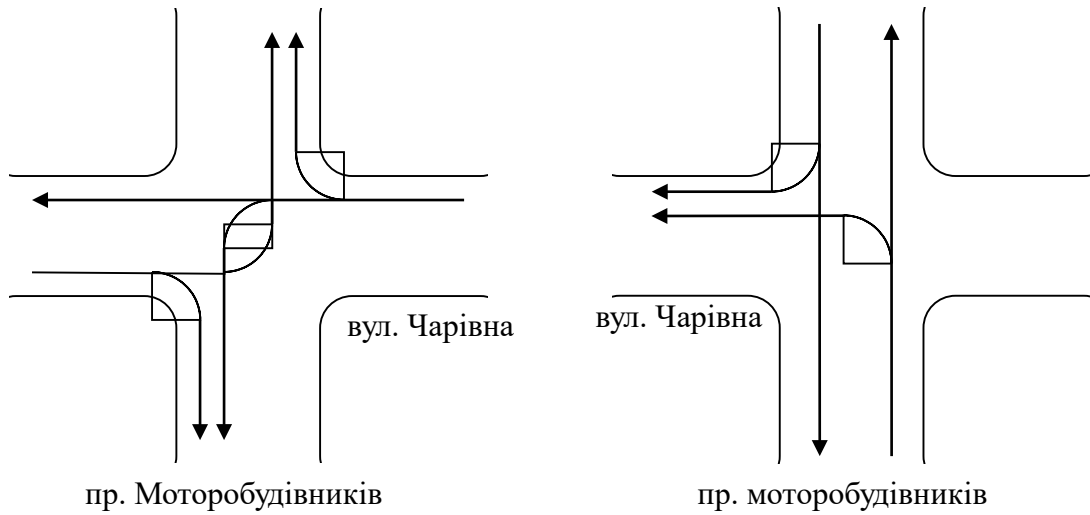


Рисунок 2.3 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна в першому варіанті (ранковий «пік»)

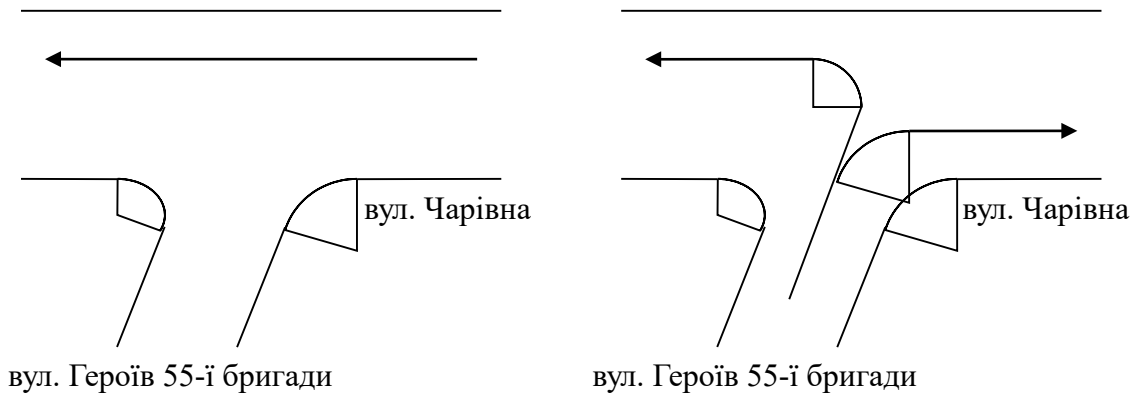


Рисунок 2.4 - Інтенсивність руху на перехресті вул. Героїв 55-ї бригади – вул. Чарівна в першому варіанті (ранковий «пік»)

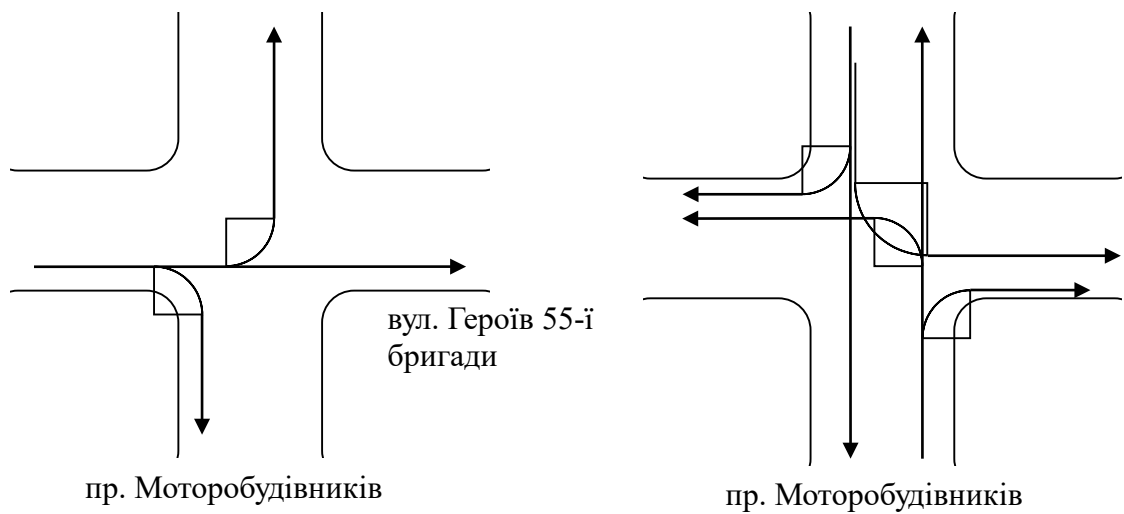


Рисунок 2.5 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади у першому варіанті (ранковий «пік»)

На рисунках 2.6-2.8 показана очікувана інтенсивність руху на ранковому «піку» при використанні другого варіанту (див. п. 2.1.1) організації одностороннього руху.

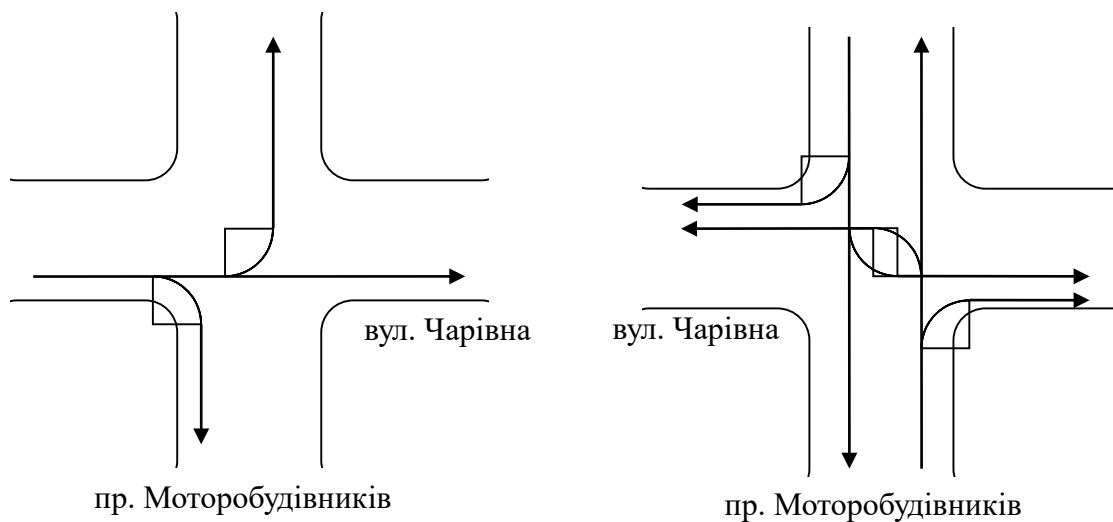


Рисунок 2.6 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна у другому варіанті (ранковий «пік»)

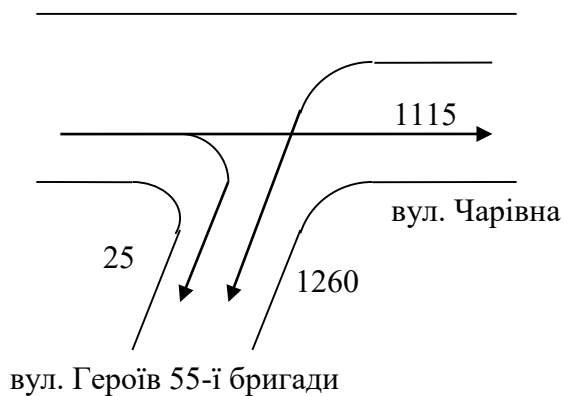


Рисунок 2.7 – Інтенсивність руху на перехресті вул. Героїв 55-ї бригади – вул. Чарівна у другому варіанті (ранковий «пік»)

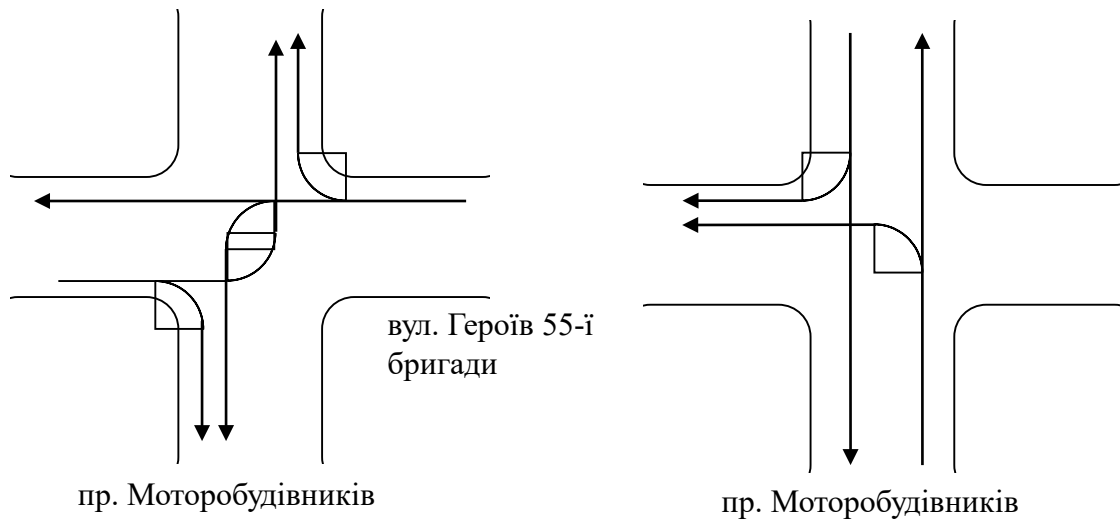


Рисунок 2.8 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади у другому варіанті (ранковий «пік»)

Використовуючи отриману очікувану інтенсивність, можна оцінити навантаження кожного перехрестя за двома варіантами та порівняти з існуючим.

2.1.3 Порівняння варіантів та вибір оптимального варіанту

Для порівняння варіантів організації одностороннього руху рекомендується порівняти складність кожного з трьох розглянутих перехресть. Той варіант, де сумарна складність буде найменшою, і будемо вважати найкращім.

Складність перетину визначається за конфліктними точками по п'ятибальній системі.

На рисунках 2.9-2.11 наведені схеми напрямків руху на перехрестях з зазначенням конфліктних точок при організації одностороннього руху за першим варіантом.

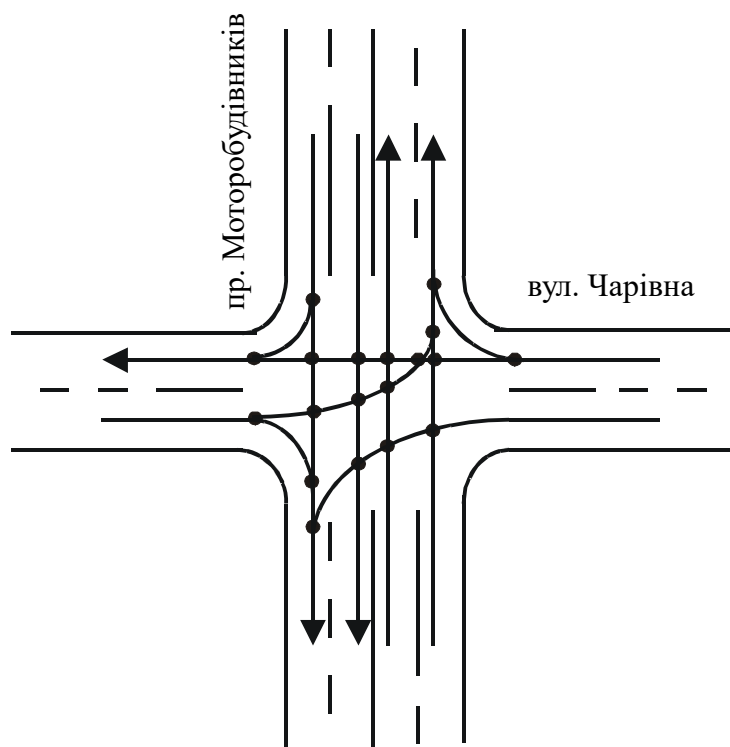


Рисунок 2.9 - Схема конфліктних точок на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна за першим варіантом

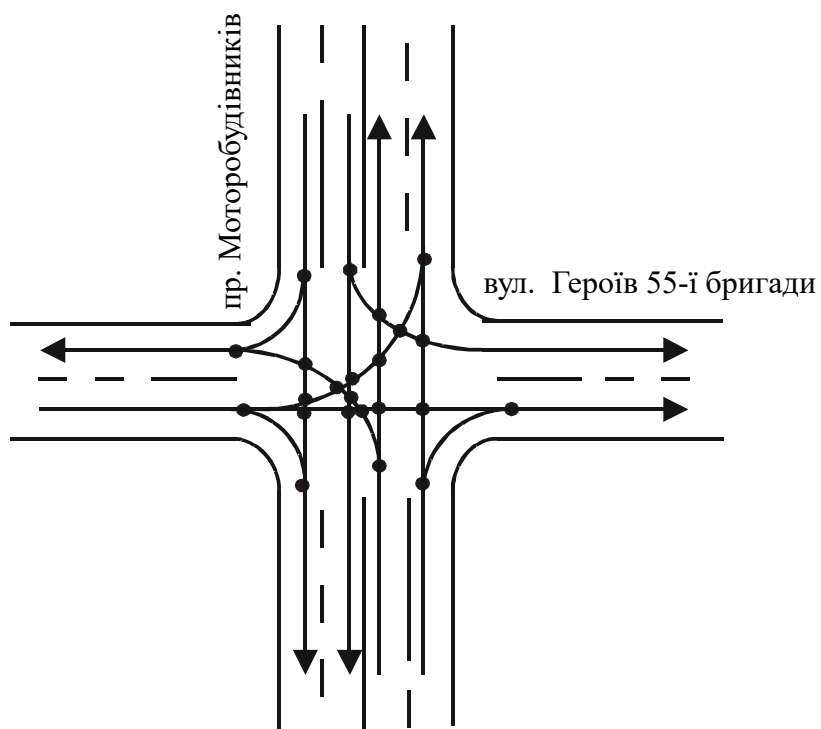


Рисунок 2.10 - Схема конфліктних точок на перетині пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади в першому варіанті

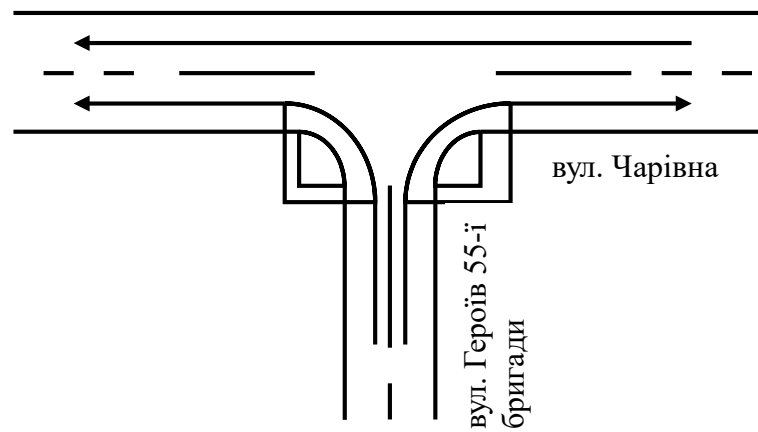


Рисунок 2.11 - Схема конфліктних точок на перетині вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади за першим варіантом

На рисунках 2.12-2.14 наведені схеми напрямків руху на перехрестях з зазначенням конфліктних точок при організації однобічного руху за другим варіантом.

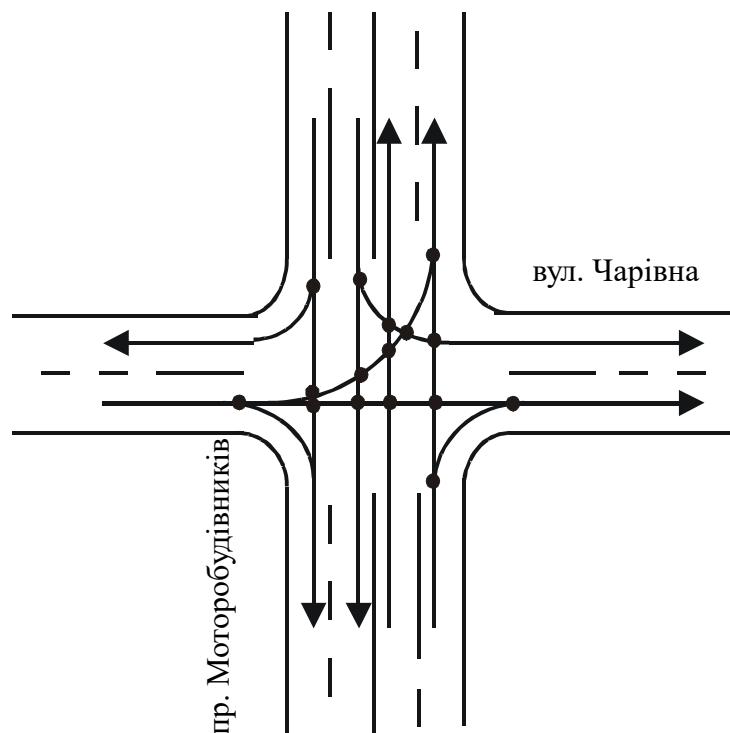


Рисунок 2.12 - Схема конфліктних точок на перетині пр. Моторобудівників – вул. Чарівна за другим варіантом

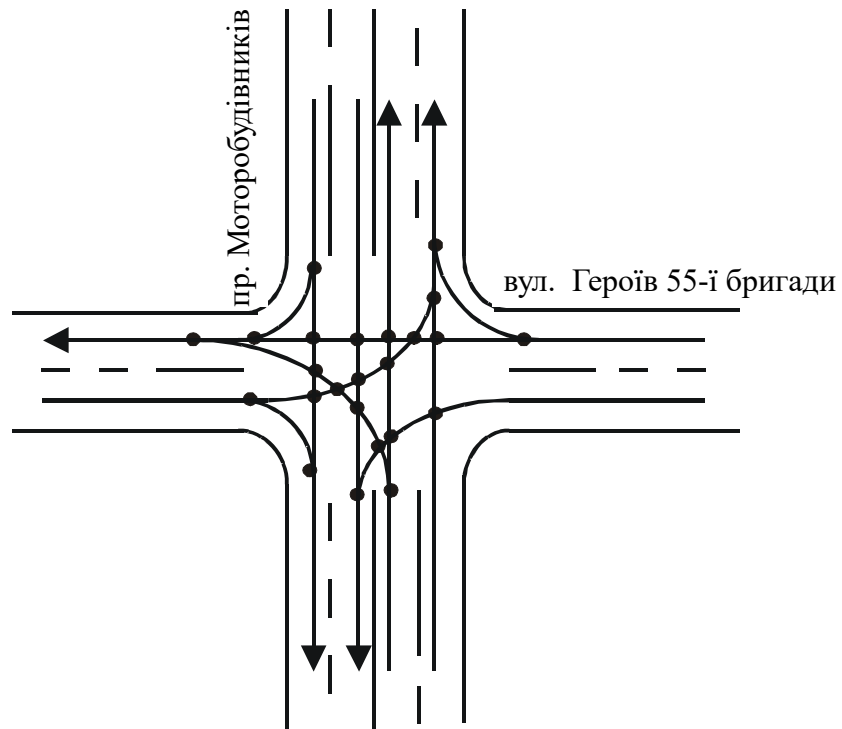


Рисунок 2.13 - Схема конфліктних точок на перетині пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади за другим варіантом

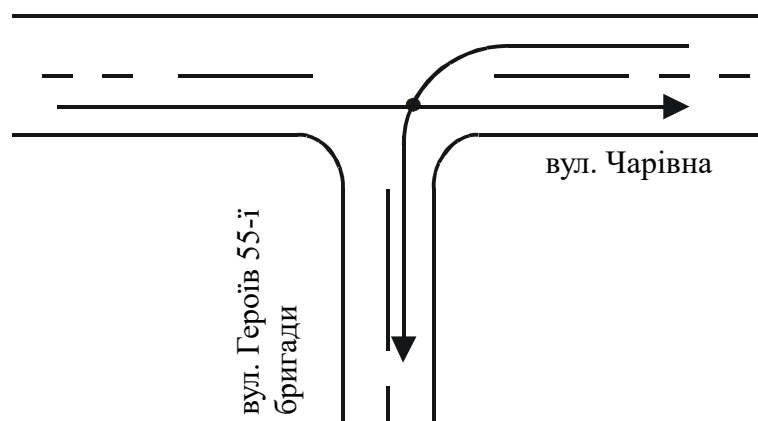


Рисунок 2.14 - Схема конфліктних точок на перетині вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади за другим варіантом

На основі рисунків 2.9-2.14 розраховуємо складність перехрестя за п'ятибальною шкалою [4]:

$$m = n_e + 3n_z + 5n_n, \quad (2.1)$$

де n_6, n_3, n_n - відповідно кількість конфліктуючих точок відхилення, злиття і перетину.

Результати розрахунку зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Результати розрахунків складності перетину

Перехрестя	Варіант	Конфліктні точки			m
		відхилення	злиття	перетин	
пр. Моторобудівників – вул. Чарівна	I	3	5	11	73
	II	4	3	10	63
пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади	I	5	4	14	83
	II	3	6	14	91
вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади	I	-	-	-	0
	II	-	-	1	5

Загальна складність перехресть для першого варіанту:

$$73 + 83 + 0 = 156.$$

Загальна складність перехресть для другого варіанту:

$$63 + 91 + 5 = 159.$$

Різниця варіантів організації однобічного руху невелика. Але перший варіант має суттєву перевагу. Це стосується перехрестя вулиць Чарівної та Героїв 55-ї бригади. У першому варіанті там взагалі відсутні конфлікти транспортних потоків, а значить перехрестя може бути нерегульованим. У другому варіанті конфлікт є. І зважаючи на те, що лівоповоротний потік дуже великий, то у другому варіанті на цьому перехресті потрібно буде вводити примусове світлофорне регулювання.

Тому як кращій обираємо перший варіант організації однобічного руху на ділянці вулично-дорожньої мережі, що розглядається.

2.2 Розробка заходів щодо підвищення безпеки руху

2.2.1 Організація дорожнього руху на перехресті

пр. Моторобудівників – вул. Чарівна

Перехрестя проспекту Моторобудівників та вулиці Чарівної є стандартним 4-стороннім перехрестям в одному рівні. Кут перетину близький до 90°. Особливості організації дорожнього руху на цьому перехресті включають:

- в районі перехрестя проспект Моторобудівників має 4 смуги (по 2 смуги в кожную сторону), посередині дороги проходить трамвайна колія, яка розташована на розділовій смузі, не призначеній для дорожнього руху;
- трамвайні зупинки розташовані по обидва боки від перехрестя;
- вулиця Чарівна на під'їзді до перехрестя має 2 смуги руху;
- перехрестя регулюються світлофорами за двофазною схемою.

На рисунку 2.15 та на слайді № 13 приведена діюча схема організації дорожнього руху на перехресті проспекту Моторобудівників і вулиці Чарівної.

Розглядаючи рух на перехресті в новій ситуації, необхідно виділити наступні особливості:

- зміна напрямків руху призведе до зміни режиму роботи світлофорного об'єкту;
- з'являється значний лівоповоротний потік з вулиці Чарівної на проспект Моторобудівників.

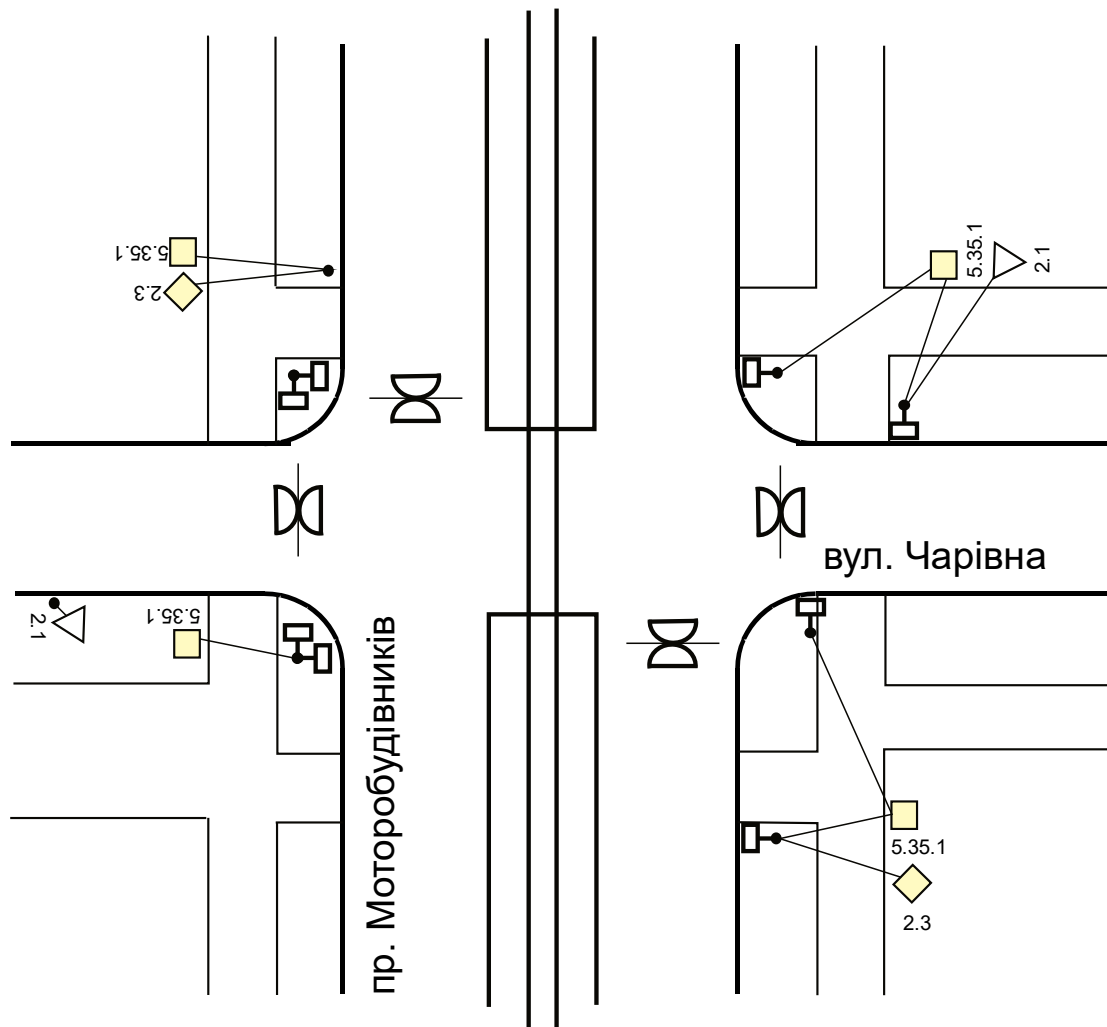


Рисунок 2.15 – Діюча схема організації руху на перехресті
пр. Моторобудівників – вул. Чарівна

Для поліпшення умов руху транспорту та пішоходів пропонується наступне:

- розширити проїжджу частину Чарівна на в'їзді на перехрестя на три смуги;
- реорганізувати роботу світлофорних об'єктів для нових умов;
- оновити та позначити дорожню розмітку 1.1, 1.5, 1.6, 1.12, 1.13, 1.14.3, 1.18;
- встановити дорожні знаки 2.1, 3.21, 3.22, 3.23, 5.18, 5.35.1 (2), 5.6.

2.2.1.1 Визначення кількості фаз і пофазної схеми роз'їзду

Щоб визначити кількість фаз, спочатку необхідно розділити всі напрямки руху на перехресті на конфліктні та неконфліктні.

Конфліктними є всі перетини або злиття потоків, але за такими винятками:

- якщо потік ліворуч, що конфліктує з потоком, що надходить з прямого напрямку, не перевищує 120 авто/год;
- якщо потік пішоходів не перевищує 900 осіб/год, а потік конфліктного зворотного руху не перевищує 120 авто/год.

Пофазовий роз'їзд забезпечує розподіл потоків з конфліктами у часі.

Слід прагнути до мінімальної кількості фаз у циклі керування, оскільки це пов'язано із затримками руху на перехрестях. Чим більше фаз, тим більше затримка.

Необхідно не випускати з однієї й тієї ж смуги транспортні засоби, рух яких передбачено в різних фазах, тобто смуги руху необхідно закріплювати за напрямками.

У найпростішому випадку, коли рух в прямому напрямку перевищує інші види руху, роз'їзд транспорту організується за двофазним циклом. Усіх учасників цього руху розділяють на дві групи. Черговість їхнього руху ліквідує на перехресті найнебезпечніші конфліктні точки (див. рисунок 2.16).

Використання трьох або більше фаз пов'язане з лівостороннім рухом або інтенсивним пішохідним рухом.

Враховуючи напрямки та інтенсивність руху, слід зазначити, що регулювання світлофорів на цьому перехресті має здійснюватися в три фази, оскільки потік лівого повороту з вулиці Чарівної на проспект Моторобудівників становить 930 од/год. Схема пофазного роз'їзду показана на рисунку 2.17.

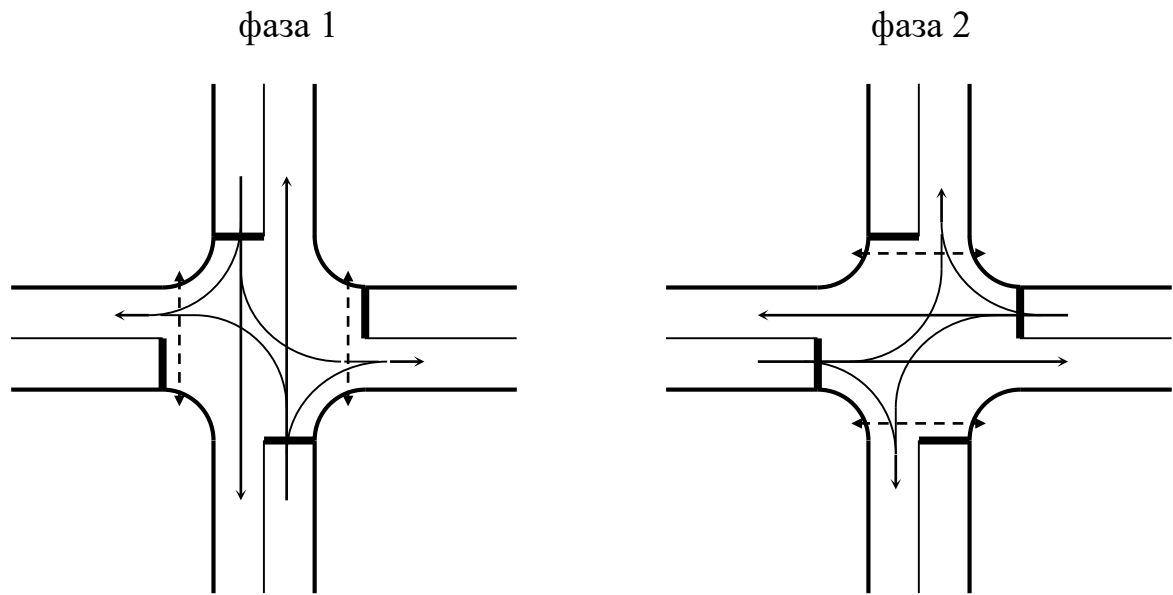


Рисунок 2.16 - Двофазна схема роз'їзду

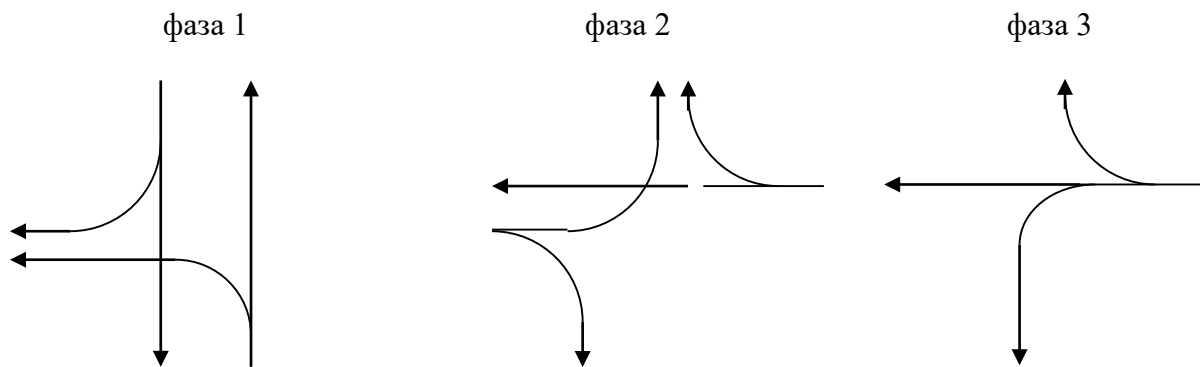


Рисунок 2.17 - Поетапна схема проїзду на перехресті

2.2.1.2 Розрахунок параметрів світлофорного об'єкту

Порядок чергування сигналів, тип і значення, прийнятий в Україні, регулюються Міжнародною конвенцією про дорожні знаки і сигнали. Сигнали можуть чергуватися в різних комбінаціях. В цій роботі сигнали змінюються наступним чином:

червоний - червоний з жовтим - зелений - зелений блимає - жовтий - червоним і так далі.

На перехрестях світлофори керуються кількома групами сигналів. Альтернативне надання права проїзду через перехрестя в певному напрямку передбачає періодичність або циклічність роботи світлофорного об'єкта.

Період, протягом якого використовується певна комбінація сигналів світлофора, називається тактом регулювання. Такт може бути основним і проміжним. Під час основного такту дозволяється або забороняється рух окремих груп транспортних засобів і пішоходів. Проміжний такт служить для підготовки передачі права на переїзд до наступної групи учасників дорожнього руху. Це дозволяє звільнити перехрестя транспортним засобам і пішоходам, які мали право пересуватися під час попереднього основного такту [7].

За допомогою пофазового методу регулювання руху світлофори з різних напрямків руху можна вмикати в кожному циклі. При цьому можливі ситуації, в яких в декількох тактах одного циклу будуть ввімкнені однакові сигнали світлофорів одного і того ж напрямку руху. Таким чином, поетапно світлофори об'єднуються в такт регулювання, де можуть вмикатися і вимикатися не одночасно. Сукупність основного і проміжного тактів називається фазою. Сукупність всіх фаз, які періодично повторюються, називається циклом управління. Під режимом світлофорного регулювання розуміють тривалість циклу і кількість, порядок чергування і тривалість відповідних тактів і фаз [7].

Розрахунок елементів циклу управління світлофором проводили за допомогою комп'ютерної програми. На першому етапі розрахунку необхідно ввести розраховану швидкість і довжину автомобіля, індикацію «стрілки» світлофора, матрицю відстані між стоп-лініями до дальньої точки конфлікту.

На рисунку 2.18 представлені напрямки руху на перехресті.

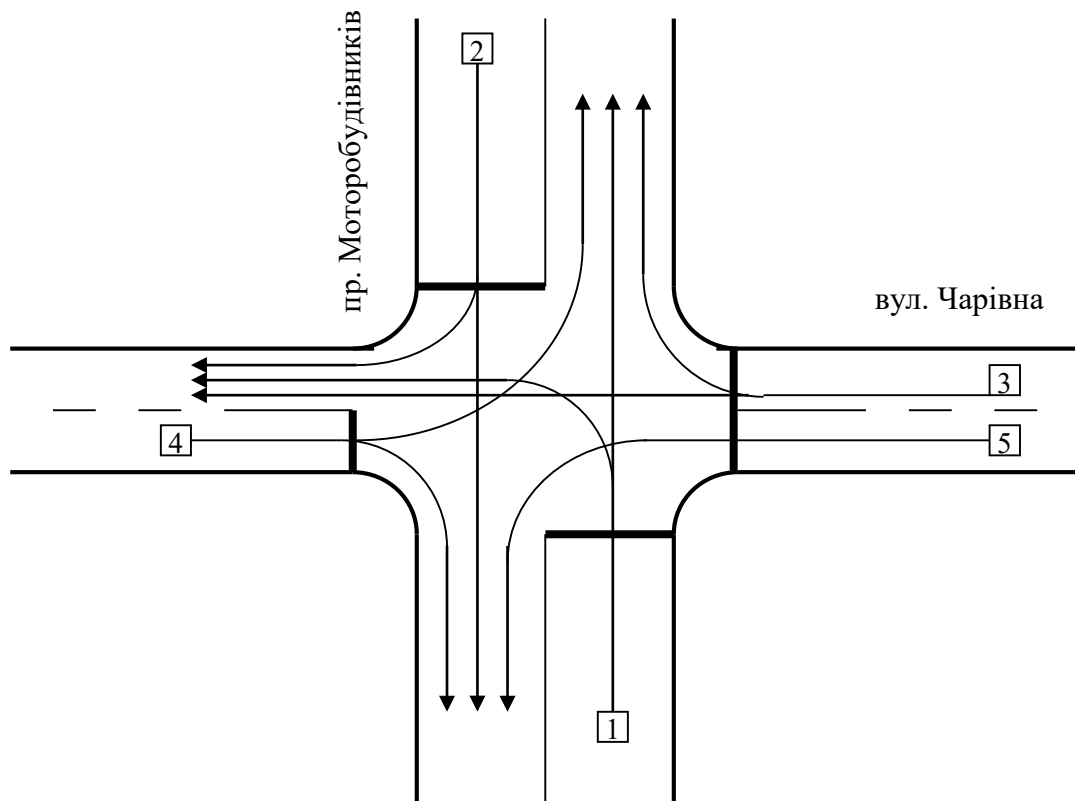


Рисунок 2.18 - Схема напрямків руху для розрахунку світлофора

Для наших розрахунків беремо швидкість автомобіля - 50 км/год. Середня довжина автомобіля в потоці залежить від складу потоку. Приймаємо - 5 м У таблиці 2.2 представлені відстані від стоп-лінії до віддаленої точки конфлікту для кожного заданого напрямку.

Таблиця 2.2 - Відстань від стоп-лінії до ДКТ, м

напрямок	1	2	3	4	5
1	X	0	26.3	16	4.62
2	0	X	7.46	12.5	16
3	25	25	X	0	0
4	26.3	7.46	0	X	7.46
5	4,75	26.3	0	26.3	X

Далі до програми вводяться дані для кожної фази:

- напрямок руху;
- ширина смуги справа наліво в русі;
- інтенсивність руху прямо, праворуч, ліворуч;
- радіуси повороту (для виділених смуг).

Результати розрахунків на комп'ютері наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Результат розрахунку циклу світлофорного регулювання на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна.

Довжина елемента циклу, с		
перехідний такт	1 і 2	8
	2 і 3	8
	3 і 1	8
Цикл регулювання становить 178 секунд		
основний такт	1	28
	2	108
	3	18

На рисунку 2.19 наводиться циклограма роботи світлофорного об'єкту на зазначеному перехресті.

Отримана довжина циклу світлофорного об'єкту 178 с. Вона перевищує допустиму – 120 с. Тому потрібно внести деякі зміни в організацію пофазових роз'їздів. У фазу II входять напрямки руху 3 та 4 (див. рисунки 2.17, 2.18). Інтенсивність руху напрямку 4 досить низька, а напрямок 3 дублюється у фазі III. Тому пропонується зробити фазу II визивною, установивши детектор транспорту для напрямку руху 4. Тоді можливо організувати регулювання на перехресті за двома фазами, що значно скоротить цикл роботи світлофорного об'єкта.

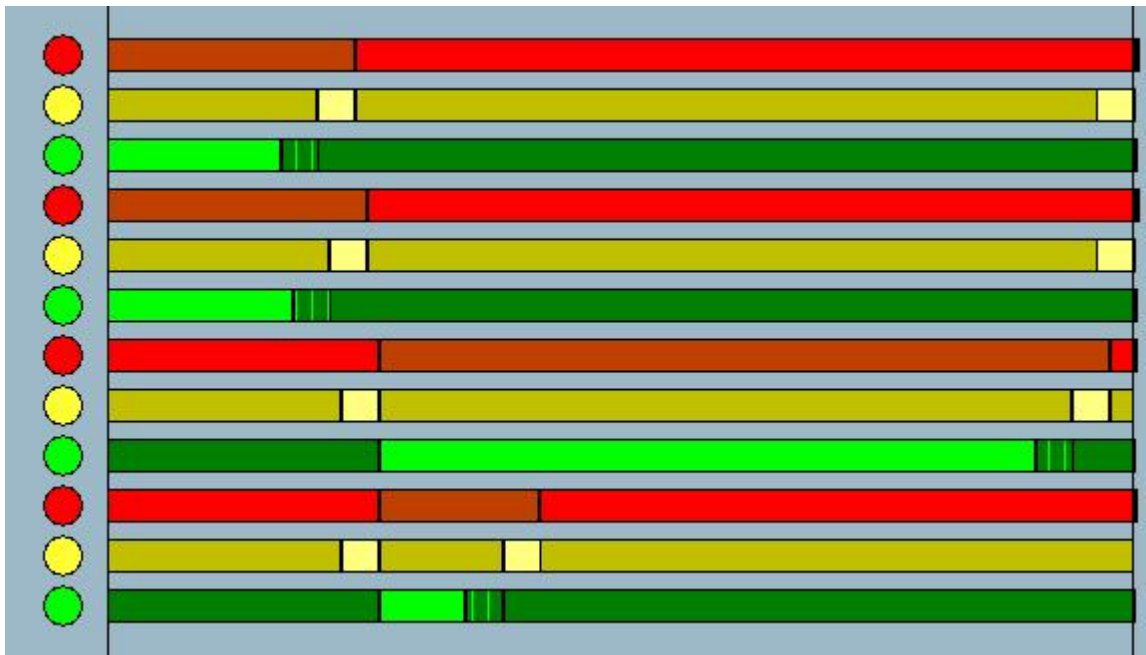


Рисунок 2.19 - Циклограма роботи світлофорного об'єкту на перехресті
пр. Моторобудівників – вул. Чарівна

Напрямок 4 виключається з розрахунків, а дані обробляються ще раз. У таблиці 2.4 наведено результати розрахунків для двофазного циклу.

Таблиця 2.4 - Результати розрахунку циклу світлофорного регулювання
на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна (двофазний цикл)

Довжина елемента циклу, с		
перехідний такт	1 і 2	8
	2 і 1	8
Цикл регулювання становить 60 секунд		
основний такт	1	8
	2	36

На рисунку 2.20 представлена циклограма роботи світлофорного об'єкта в двофазному циклі.



Рисунок 2.20 - Циклограма роботи світлофорного об'єкту на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Чарівна (двофазний цикл)

За комп'ютерними розрахунками, загальна затримка на перехресті щороку становить 24 800 годин.

Схема організації дорожнього руху, запропонована на перехресті проспекту Моторобудівників та вулиці Чарівна, наведена на рисунку 2.21 та на слайді № 14.

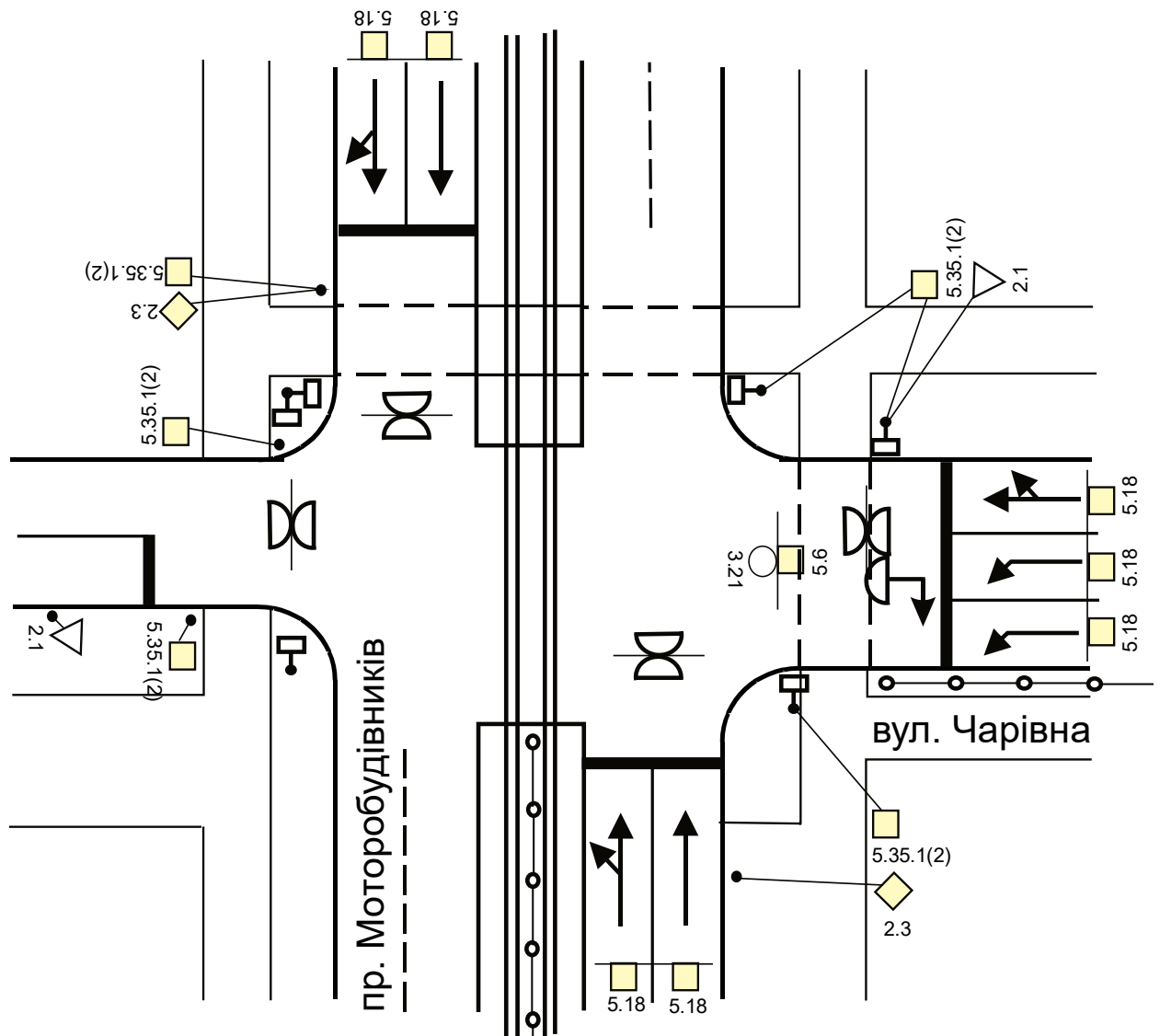


Рисунок 2.21 – Нова схема організації руху на перехресті
пр. Моторобудівників – вул. Чарівна

2.2.2 Організація дорожнього руху на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

Перехрестя пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади майже таке ж, як і попереднє перехрестя і є стандартним 4-х стороннім перехрестям в одному рівні. Кут перетину близький до 90°. Особливості організації дорожнього руху на цьому перехресті включають:

- в районі перехрестя проспект Моторобудівників має 4 смуги руху (по 2 смуги в кожному напрямку), по центру проходять трамвайні шляхи, які розташовані на розділовій смузі, не призначеній для руху автомобільного транспорту;
- вулиця Героїв 55-ї бригади на підході до перехрестя має 2 смуги;
- перехрестя регулюється світлофорним об'єктом за двофазною схемою, причому правий поворот проспекту Моторобудівників на вулицю Героїв 55-ї бригади здійснюється за постійно ввімкненою зеленою стрілкою;
- лівий поворот проспекту Моторобудівників на вулицю Героїв 55-ї бригади заборонений.

Схема організації руху на перехресті наведена на рисунку 2.22 та на слайді № 15.

Розглянувши рух на перехресті в нових умовах, потрібно зазначити, що зміна напрямків руху призведе до зміни режиму роботи світлофорного об'єкту.

Для управління трафіком у нових умовах пропонується наступне:

- реорганізувати режим роботи світлофорного об'єкту на перехресті для нових умов;
- оновити та позначити дорожню розмітку 1.1, 1.5, 1.6, 1.12, 1.13, 1.14.3, 1.18;
- встановити дорожні знаки 2.1, 5.18, 5.35.1 (2), 5.5.

Враховуючи напрямки та інтенсивність руху, слід зазначити, що регулювання світлофорів на цих перехрестях має здійснюватися в дві фази. Схема пофазного роз'їзду показана на рисунку 2.23.

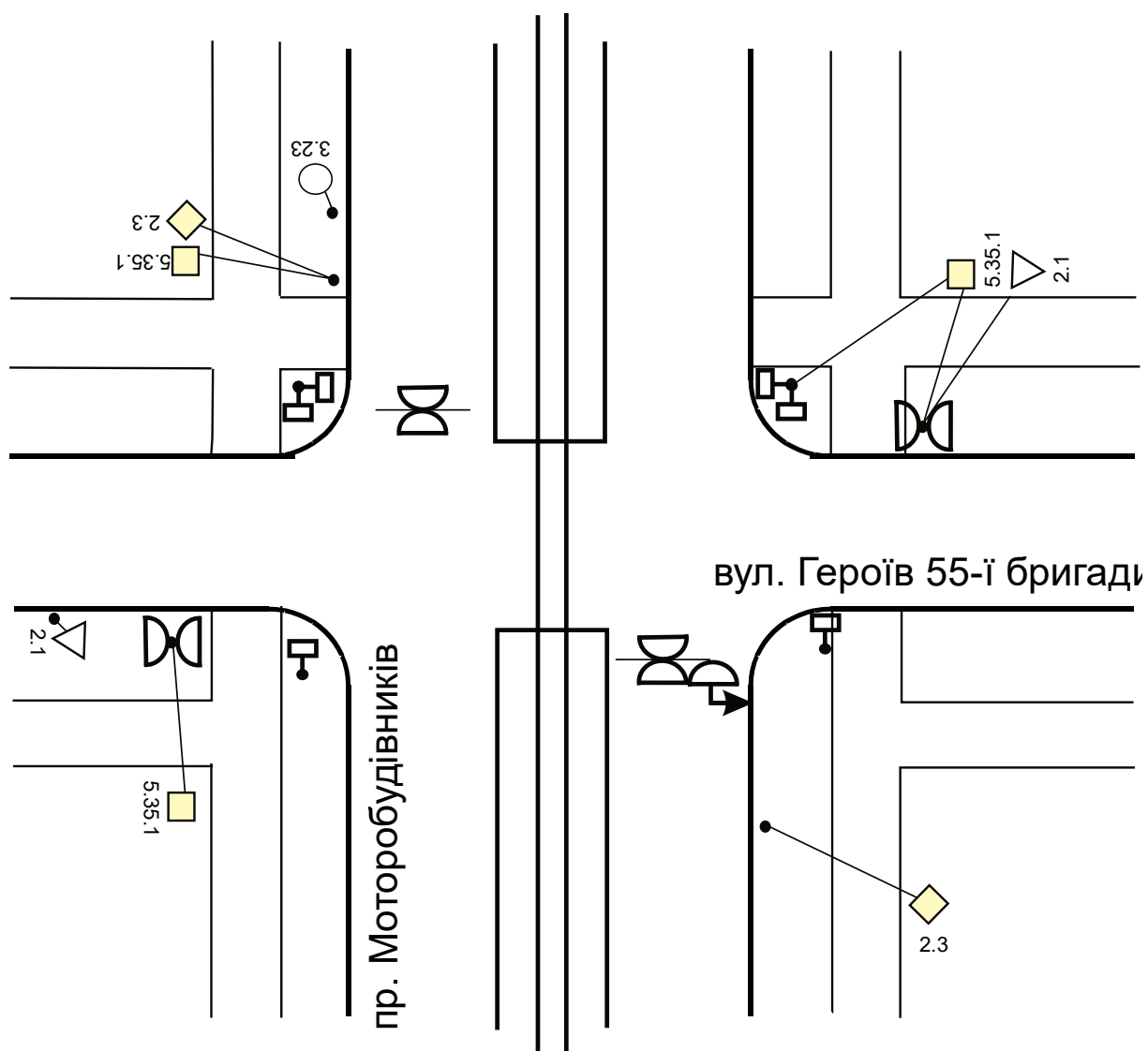


Рисунок 2.22 - Діюча схема організації руху на перехресті
пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

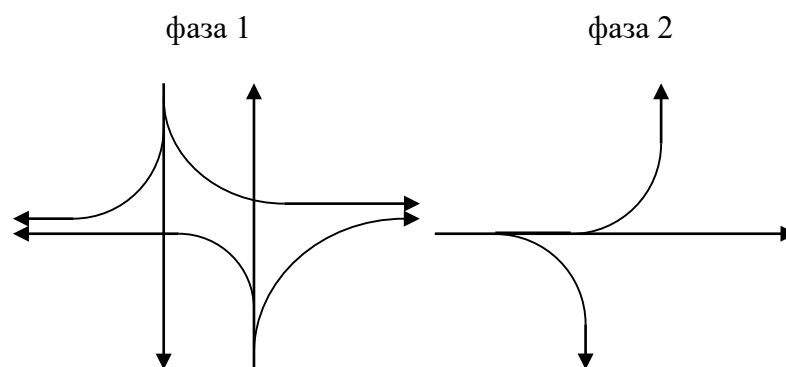
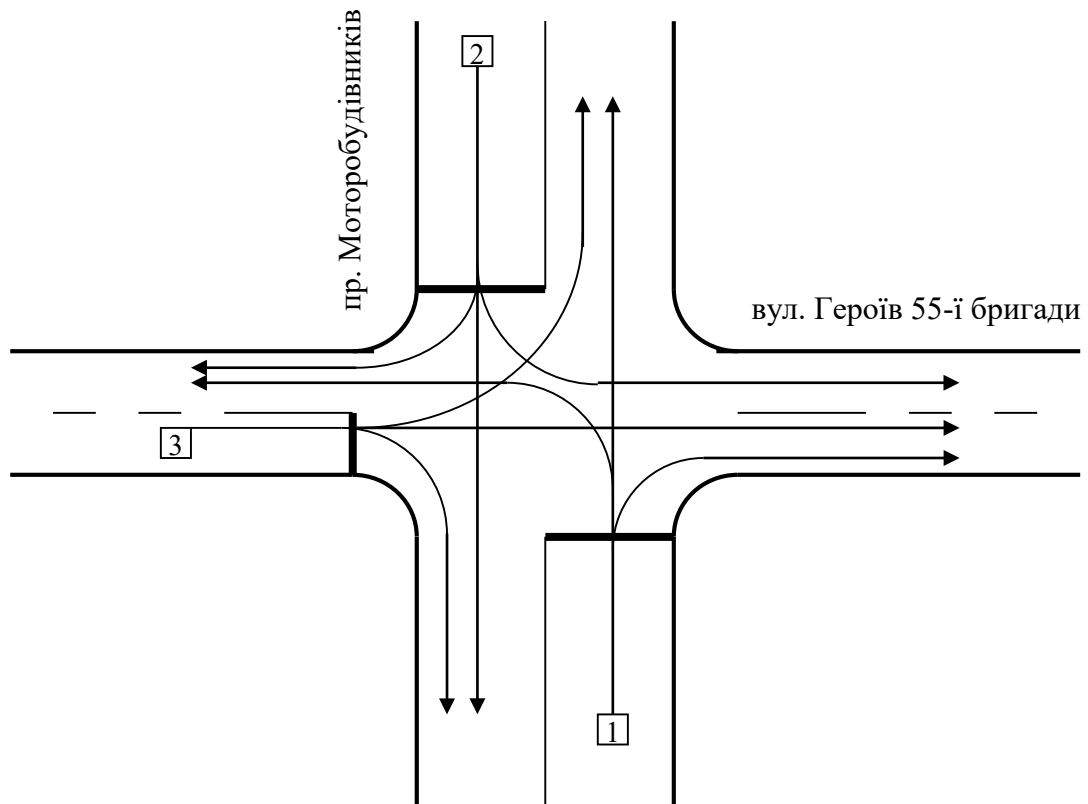


Рисунок 2.23 - Поетапна схема проїзду на перехресті

На рисунку 2.24 наведені напрямки руху на перехресті для розрахунку параметрів роботи світлофорного об'єкту.



Риснок 2.24 - Схема напрямків руху для розрахунку світлофора

У таблиці 2.5 представлені відстані від стоп-лінії до віддаленої точки конфлікту для кожного заданого напрямку.

Таблиця 2.5 - Відстань від стоп-лінії до ДКТ, м

напрямок	1	2	3
1	X	0	13
2	0	X	13
3	26.3	7.47	X

Результати розрахунків на комп'ютері наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Результат розрахунку циклу світлофорного регулювання на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

Довжина елемента циклу, с		
перехідний такт	1 і 2	7
	2 і 1	8
Цикл регулювання становить 86 секунд		
основний такт	1	57
	2	14

На рисунку 2.25 наводиться циклограма роботи світлофорного об'єкту на зазначеному перехресті.

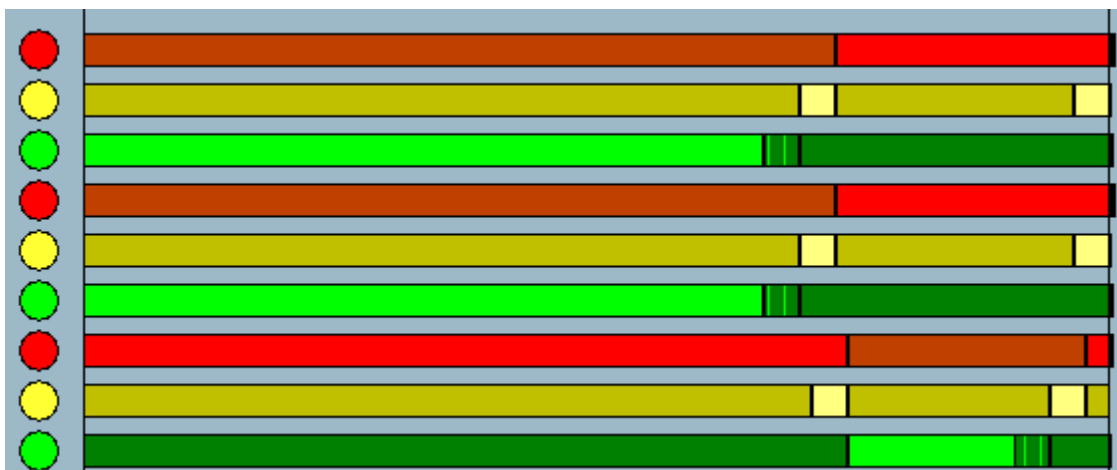


Рисунок 2.25 - Циклограма роботи світлофорного об'єкту на перехресті пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

За комп'ютерними розрахунками загальна затримка на перехресті за рік становить 25 165 годин.

Пропонується залучити зелену стрілку для правого повороту з проспекту Моторобудівників на вулицю Героїв 55-ї бригади, як це зроблено зараз. Це дозволить зменшити затримки руху правоповоротного потоку завдяки руху в можливих інтервалах між автомобілями по вулиці Героїв 55-ї бригади.

Нова схема організації дорожнього руху, запропонована на перетині пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади, наведена на рисунку 2.26 та на слайді № 16.

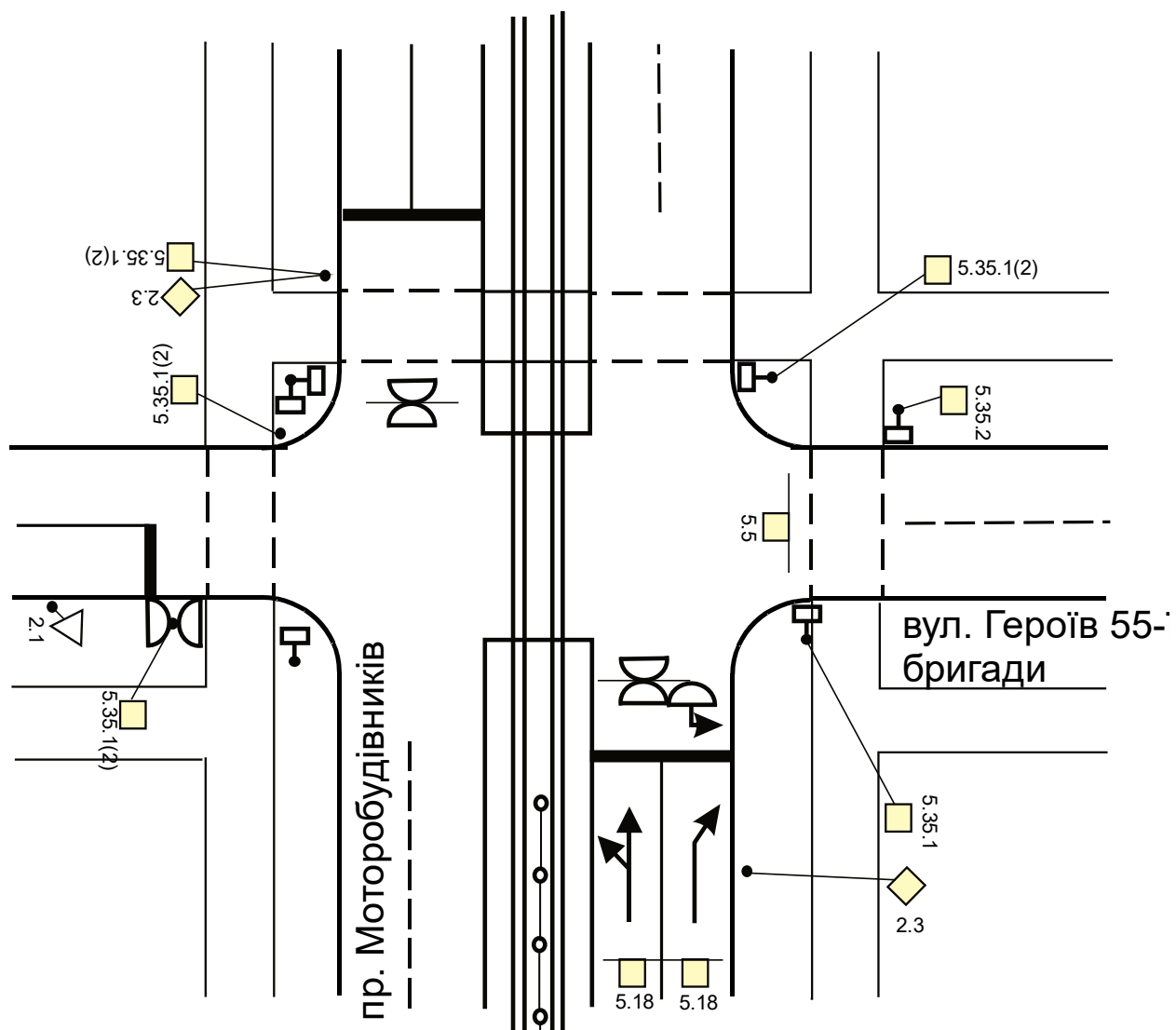


Рисунок 2.26 - Нова схема організації руху на перехресті
пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади

2.2.3 Організація дорожнього руху на перехресті вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади

Перехрестя вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади є стандартним Т-подібним перехрестям в одному рівні. Кут перетину близький до 75° . Особливості організації дорожнього руху на цьому перехресті включають:

- в районі перехрестя обидві вулиці мають 2 смуги руху;
- перехрестя немає примусового регулювання;
- головна дорога змінює свій напрямок з вул. Чарівної на вул. Героїв 55-ї бригади;
- значний пішохідний потік через вулицю Героїв 55-ї бригади всупереч правилам дорожнього руху.

Діюча схема організації руху на перехресті наведена на рисунку 2.27 та на слайді № 17.

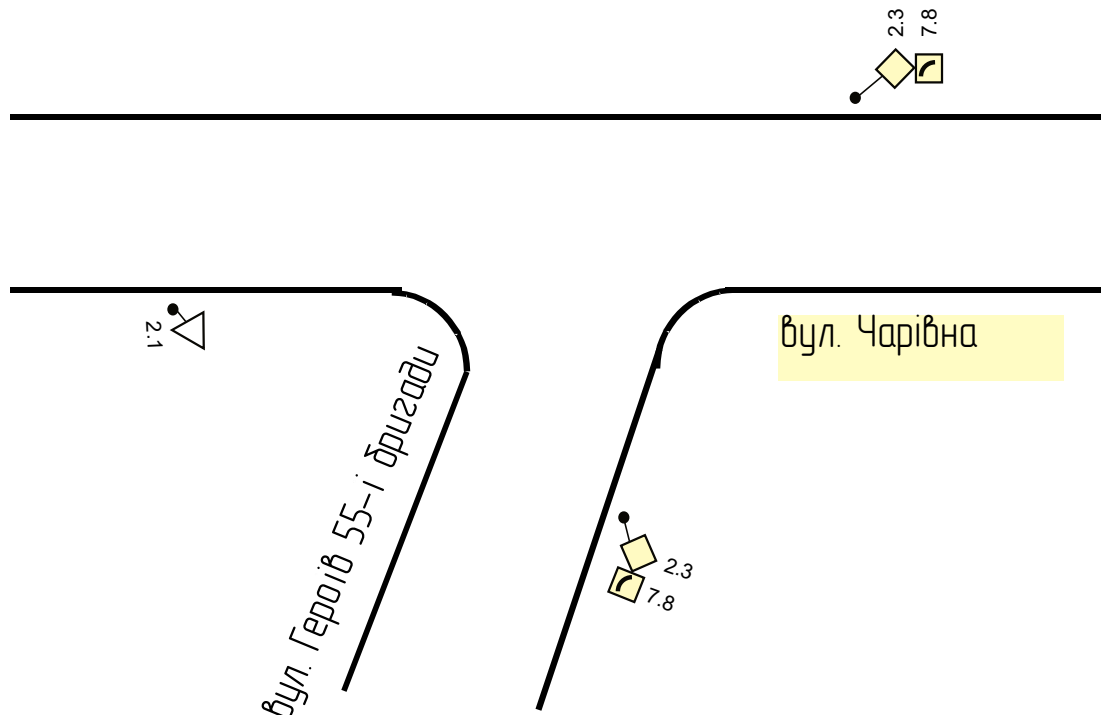


Рисунок 2.27 - Діюча схема організації руху на перехресті вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади

Розглядаючи рух на перехресті за нових умов, слід зазначити, що схема руху буде спрощена.

Для управління трафіком у нових умовах пропонується наступне:

- оновити та позначити дорожню розмітку 1.1, 1.5, 1.6, 1.16.1, 1.18;
- встановити дорожні знаки 4.1, 5.18, 5.5, 5.6;
- встановити пішохідну огорожу (85 п.м.).

Нова схема організації дорожнього руху на перехресті наведена на рисунку 2.28 та на слайді № 18.

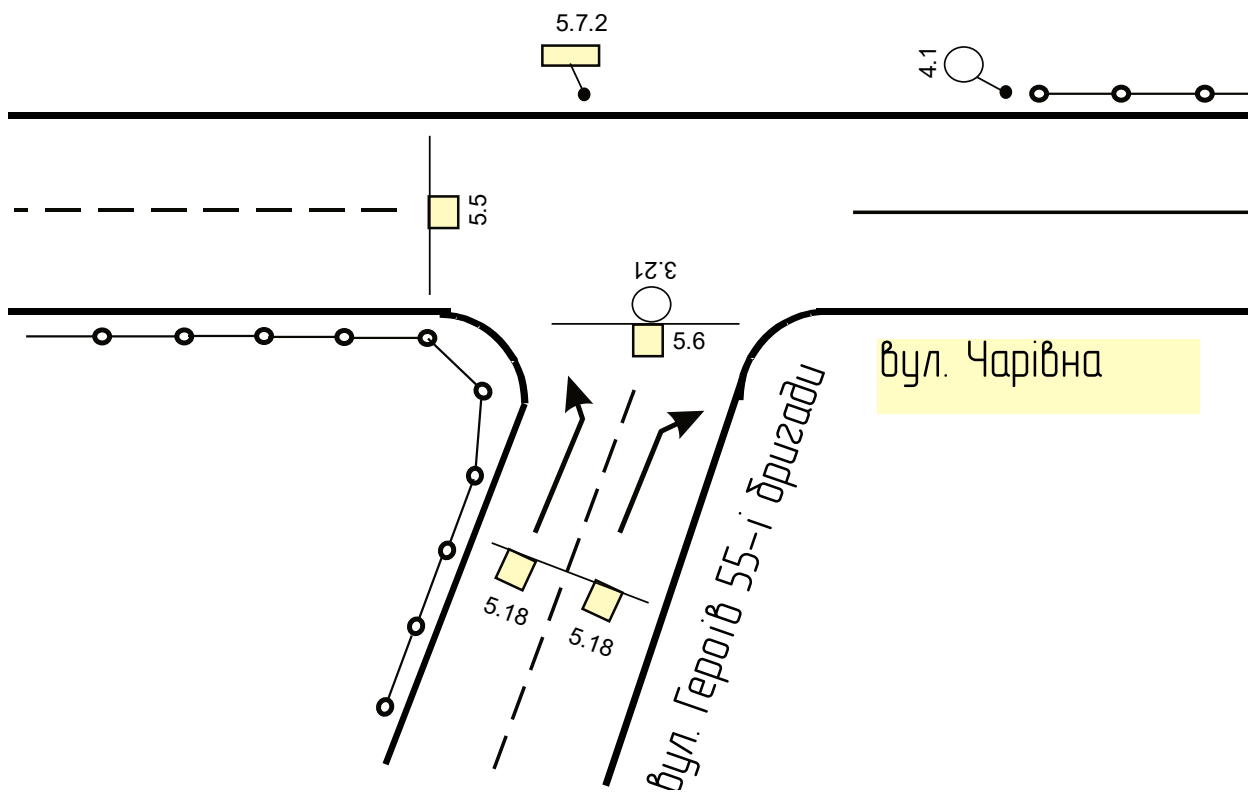


Рисунок 2.28 - Нова схема організації руху на перехресті
вул. Чарівна – вул. Героїв 55-ї бригади

2.2.4 Організація дорожнього руху на вулицях Фонвізіна, Кутузова та на перехресті вул. Чарівна – вул. Цитрусова

При використанні на вулично-дорожній мережі, що розглядається, схеми організації однобічного руху, потрібно повідомити всіх учасників руху, які потрапляють на дану мережу не тільки через ключові перехрестя, а й з районних, місцевих вулиць та виїздів із дворів. Для цього слід використовувати знаки 5.7.1 та 5.7.2.

Нова схема організації дорожнього руху на вулиці Фонвізіна наведена на рисунку 2.29 та на слайді № 19.

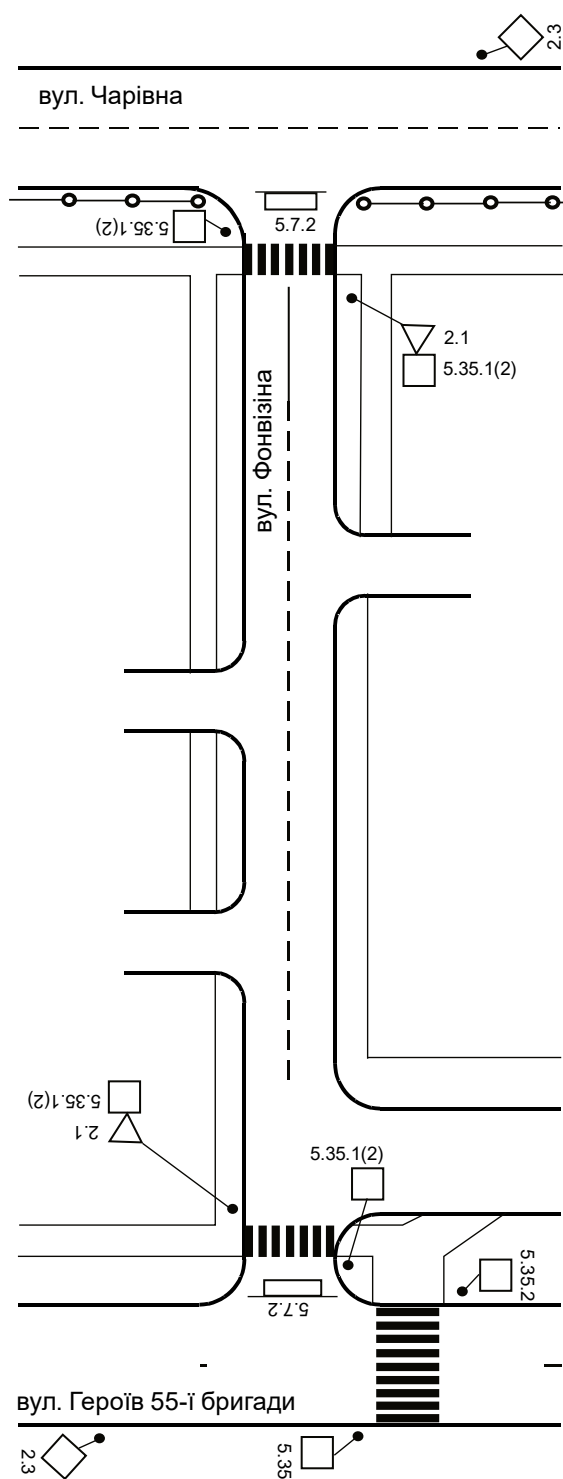


Рисунок 2.29 - Нова схема організації дорожнього руху на вулиці Фонвізіна

Нова схема організації дорожнього руху на вулиці Кутузова наведена на рисунку 2.30 та на слайді № 19.

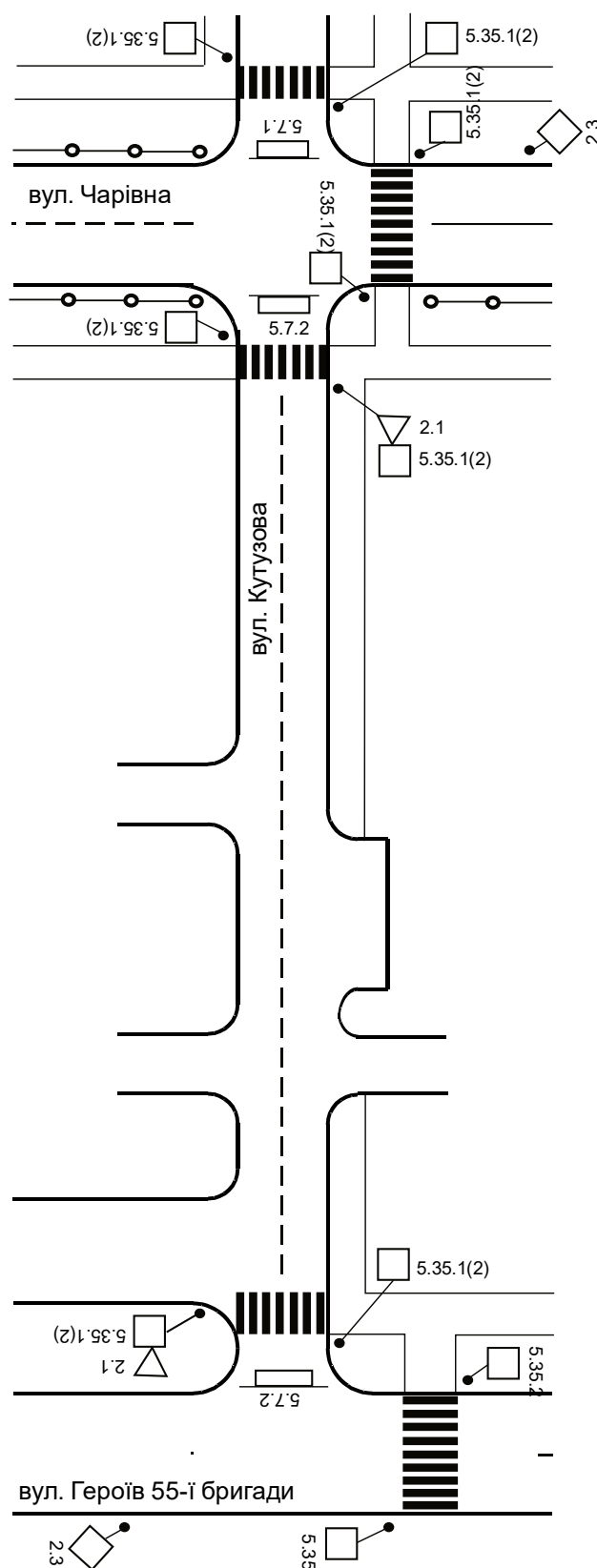


Рисунок 2.30 - Нова схема організації дорожнього руху на вулиці Кутузова

Нова схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Чарівна – вул. Цитрусова наведена на рисунку 2.31 та на слайді № 19.

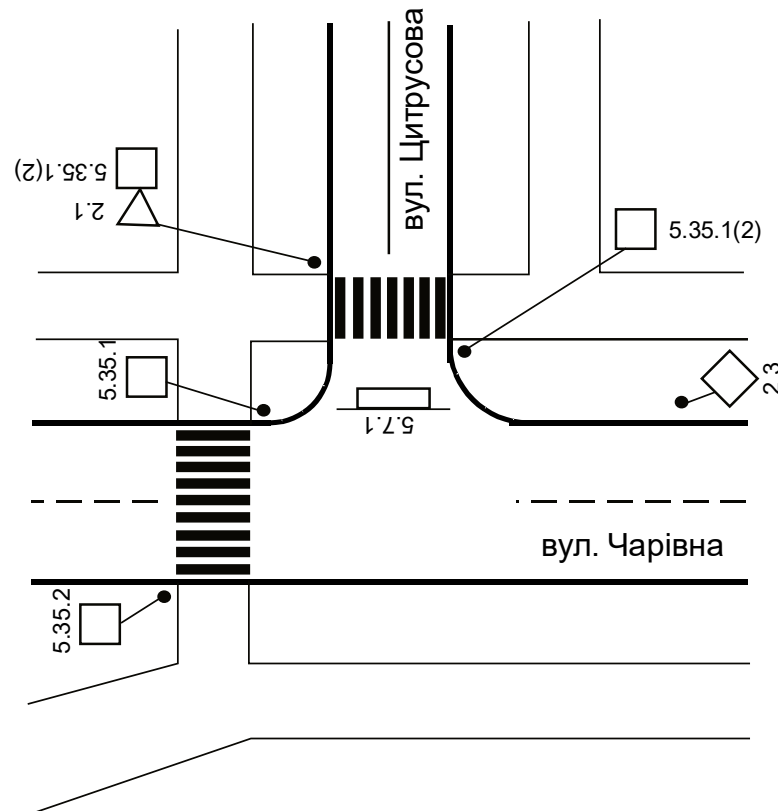


Рисунок 2.31 - Нова схема організації дорожнього руху на перехресті
вул. Чарівна – вул. Цитрусова

2.3 Організація пішохідного руху в зоні дослідження

Організацію пішохідного руху слід розглядати у двох аспектах: організація руху через проїжджу частину дороги та організація руху повздовж доріг.

2.3.1 Організація дорожнього руху на пішохідних переходах

Для перетину проїжджої частини існують різні типи пішохідних переходів. Усі вони поділяються на переходи в одному та різних з дорогою рівнях. Пішохідні переходи у різних рівнях проектуються, коли транспортні та

пішохідні потоки мають великі інтенсивності практично на протязі всієї доби; коли проїжджа частина є значно широкою; коли швидкісний режим руху автомобілів не відповідає умовам безпеки руху на переході, але потрібен для підтримки високої пропускної спроможності дороги [4].

У нашому випадку не одне з цих правил не діє. Тому будемо розглядати переходи в одному рівні.

Проаналізувавши пішохідні потоки на вулично-дорожній мережі, що розглядається, були визначені місця де необхідно передбачити пішохідні переходи. У таблиці 2.7 зведені результати аналізу з зазначенням наявності та потрібних технічних засобів регулювання рухом.

Таблиця 2.7 - Аналіз стану організації пішохідних потоків

Місце	Наявність		Потреба	
	розмітка	знаки	розмітка	знаки
вул. Героїв 55-ї бригади				
Х з пр. Моторобудівників	-	5.35.1	1.14.3	5.35.2
Х з вул. Фонвізіна	1.14.3	5.35.1 (2)	-	-
Х з вул. Кутузова	-	-	1.14.1	5.35.1 (2)
зупинка «Військторг»	-	-	1.14.1	5.35.1 (2)
вул. Чарівна				
Х з пр. Моторобудівників	-	5.35.1	1.14.3	5.35.2
магазин Вакула	-	-	1.14.1	5.35.1 (2)
д/с Струмочок	1.14.1	5.35.1	-	5.35.2
Х з вул. Кутузова	1.14.1	5.35.1	-	5.35.2
торговий комплекс	1.14.1	5.35.1 (2)	-	-
Х з вул. Цитрусова	1.14.1	5.35.1	-	5.35.2

2.3.2 Організація пішохідного руху повздовж доріг

Рух пішоходів уздовж дороги повинен здійснюватися по тротуарах або спеціальних пішохідних доріжках.

Проаналізувавши наявність та стан тротуарів на розглянутій дорожній мережі, слід зазначити, що тротуари існують на всіх ділянках. Ширини тротуару вистачає, щоб пропустити вільний потік пішоходів по обидва боки дороги.

Основна проблема, пов'язана з безпекою пішоходів, полягає в тому, що в перший день запровадження нової схеми руху пішоходи будуть дезорієнтовані. Тому для підвищення безпеки руху рекомендується використовувати тимчасові попереджувальні знаки: «Увага! По вулиці ... введено односторонній рух!» Ці знаки мають бути перед усіма пішохідними переходами.

Крім того, пропонується уникнути хаотичного руху пішоходів шляхом встановлення пішохідної огорожі (320 п.м.) на вулиці Чарівній в по вулиці Чарівна в районах від проспекту Моторобудівників до магазину Вакула, навпроти д/с Струмочок, навпроти дитячого розважального центру та по всьому торговельному комплексу.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна ефективність нової схеми організації руху на ділянці вулично-дорожньої мережі буде досягнута за рахунок зниження витрат від аварій.

Обсяг інвестицій на введення в експлуатацію технічних споруд має таку структуру:

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

де $K_{зн}$ - капітальні вкладення в дорожні знаки, грн.;

$K_{пр}$ - капітальні вкладення на розширення дороги, грн.;

$K_{ог}$ - капітальні вкладення на придбання та встановлення пішохідних огорож, грн.

Капітальна вартість дорожніх знаків буде включати вартість придбання та вартість встановлення, а саме:

$$K_{зн} = C_{зн} + C_{вст}, \quad (3.2)$$

де $C_{зн}$ – вартість придбання одного дорожнього знаку, грн.;

$C_{вст}$ – вартість встановлення одного дорожнього знаку, грн.

Вартість встановлення дорожніх знаків розраховується за формулою:

$$C_{вст} = C_{Iзн} \cdot n_{зн}, \quad (3.3)$$

де $C_{I_{зн}}$ - вартість встановлення одного дорожнього знаку (в поточному році $C_{I_{зн}} = 379$ грн з урахуванням допоміжних матеріалів);
 $n_{зн}$ - кількість знаків, що встановлюються для реалізації нової схеми руху.

Кількість нових знаків та їх вартість наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Кількість і вартість дорожніх знаків

№ знаку	Нові знаки		
	кількість, од.	ціна за одиницю, грн	вартість, грн
2.1	1	906	906
3.21	2	951	1902
4.1	1	951	951
5.5	2	951	1902
5.6	2	951	1902
5.7.1	3	471	1413
5.7.2	9	471	4239
5.18	11	951	10461
5.35	26	951	24726
Разом	57	-	48402

$$C_{вст} = 379 \cdot 57 = 21603 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 48402 + 21603 = 70005 \text{ грн.}$$

В цьому році вартість будівництва 1 м^2 проїжджої частини становить 2600 грн. Площа реконструкції згідно нової схеми руху (розширення проїжджої частини на 1,5 м) складає - $97,5 \text{ м}^2$.

$$K_{пр} = 97,5 \cdot 2600 = 253000 \text{ грн.}$$

Інвестиції на встановлення пішохідного огороження розраховуються за формулою:

$$K_{oz} = K_{\text{во}} + K_{\text{вст}} \quad , \quad (3.4)$$

де $K_{\text{во}}$ - вартість одного метру огорожі, грн.;

$K_{\text{вст}}$ - вартість встановлення огорож, грн

В цьому році вартість одного метра пішохідної огорожі – 1200 грн. Вартість монтажу, що приходить на один метр - 1100 грн. Необхідна довжина огорожі 575 м.

$$K_{oz} = (1200 + 1100) \cdot 575 = 1322500 \text{ грн}$$

Отже, загальна сума потрібних інвестицій для реалізації нової схеми руху:

$$K = 70005 + 253000 + 1322500 = 1645505 \text{ грн.}$$

Для визначення економічної доцільності реалізації нової схеми організації дорожнього руху необхідно визначити експлуатаційні витрати на підтримання технічних споруд. У загальному випадку експлуатаційні витрати визначаються за формулою [8]:

$$C_{\text{експл}} = C_p + C_a, \quad (3.5)$$

де C_p - вартість поточного та профілактичного ремонту, обслуговування обладнання та об'єктів системи, грн.;

C_a - вартість амортизації технічних споруд, грн.

Витрати на всі види поточних ремонтів, технічне обслуговування устаткування розраховуються так [8]:

$$C_p = K_{\delta} \cdot n_p / 100 , \quad (3.6)$$

де K_{δ} - балансова вартість усього технічного обладнання, грн.;

n_p - норма відрахування на ремонт і технічне обслуговування обладнання, % ($n_p = 5\%$).

Балансова вартість технічних споруд включає вартість дорожніх знаків та пішохідних огорож.

$$C_p = 1392505 \cdot 5 / 100 = 69626 \text{ грн.}$$

Вартість амортизації розраховується за формулою [8]:

$$C_a = K_{\delta} \cdot n_a / 100 , \quad (3.7)$$

де n_a – норма амортизації на повне відновлення та ремонт обладнання, % ($n_a = 24\%$).

$$C_a = 1392505 \cdot 24 / 100 = 334202 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на підтримання роботи технічних споруд:

$$C_{\text{експл}} = 69626 + 334202 = 403828 \text{ грн.}$$

Поточні витрати повинні також включати щорічні витрати на поновлення дорожньої розмітки, які наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Витрати на дорожню розмітку

Тип розмітки	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
1.1	м ²	6	238,23	1429
1.5		14		3335
1.6		8		1906
1.12		6		1429
1.14.1		7,5		1787
1.14.3		4,5		1072
1.16.1		3		715
1.18		3		715
Разом				12388

Поточні витрати на реалізацію нової схеми організації дорожнього руху становлять:

$$C_{\text{поточ}} = 403828 + 12388 = 416216 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість збитків від аварій за існуючою схемою руху зі статистикою за минулий рік. Маючи інформацію про кількість дорожньо-транспортних пригод за їх видами розраховуємо збитки від аварій [8]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = K_z \cdot \Pi_z + K_n \cdot \Pi_n + K_m \cdot \Pi_m, \quad (3.8)$$

де K_z, K_n, K_m – кількість аварій із загибеллю людей, з їх пораненням і тільки з матеріальними збитками відповідно;

$Ц_z, Ц_n, Ц_m$ - економічні збитки від аварій зі смертю, тілесними ушкодженнями та матеріальними збитками, грн.

В цьому році для розрахунків приймаємо $Ц_z = 200000$ грн.; $Ц_n = 150000$ грн.; $Ц_m = 100000$ грн.

Кількість аварій за останній рік $K_z = 3, K_n = 12, K_m = 45$.

$$C_{ДТП}^{існ} = 200000 \cdot 3 + 150000 \cdot 12 + 100000 \cdot 45 = 6900000 \text{ грн.}$$

Втрати від аварій після реалізації проекту визначають шляхом коригування збитків від аварій за існуючою схемою організації руху на коефіцієнти ефективності та зменшення втрат, які наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Коефіцієнти зменшення збитків від ДТП

Заходи	Значення
встановлення дорожніх знаків	0,15
нанесення горизонтальної дорожньої розмітки на перегонах доріг	0,58
нанесення горизонтальної дорожньої розмітки на перехрестях	0,23

Сумарний коефіцієнт зниження витрат від аварій розраховується за формулою [8]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1) (1 - k_2) (1 - k_3) \dots (1 - k_n) \quad (3.9)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,15)(1 - 0,58)(1 - 0,23) = 0,725.$$

Очікувані витрати від аварій після реалізації нової схеми руху складуть:

$$C_{ДТП}^{пр} = 6900000 \cdot 0,725 = 5002500 \text{ грн.}$$

Зниження витрат від аварій розраховується за формулою [8]:

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} - C_{\text{ДТП}}^{\text{нр}}, \quad (3.10)$$

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 6900000 - 5002500 = 1897500 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності реалізації нової схеми руху розраховуємо чистий дисконтний прибуток за формулою [8]:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.11)$$

де E_t - економія від реалізації нової схеми руху за рік t , грн.;
 K_t - інвестиції в реалізацію нової схеми руху, грн (тільки за перший рік);
 C_t - річні експлуатаційні витрати, грн.;
 i - ставка дисконтування, % ($i = 24\%$);
 t - тривалість реалізації, ($t = 3$ роки).

Для розрахунку чистого дисконтного прибутку створюємо таблицю 3.4. Оскільки трафік збільшується щороку, зменшуємо економію на 5 % на рік.

Таблиця 3.4 – Розрахунок чистого дисконтованого прибутку

Рік	Економія, грн	Інвестиції, грн	Ставка дисконтування	Чистий дисконтний прибуток
0	1897500	1645505	1	251995
1	1802625	-	0,8065	1453817
2	1712494	-	0,6504	1113806
				2819618

Таким чином, інвестиції в нову схему руху окупаються в перший рік. Впровадження цієї схеми не тільки забезпечує безпеку руху, але й є економічно вигідним.

Економічні показники роботи наведені в таблиці 3.5 та на слайді № 20.

Таблиця 3.5 - Економічні показники роботи

Показник	Величина, грн	
	діюча схема руху	нова схема руху
1. Капітальні інвестиції	-	1645505
2. Витрати від аварій на дорогах	6900000	5002500
3. Додаткові експлуатаційні витрати	-	416216
4. Економія від реалізації нової схеми руху	-	1897500
5. Чистий дисконтований прибуток	-	2819618
6. Термін окупності інвестицій, років	-	1

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У розділі магістерської роботи «Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на ділянках вулиць Чарівної та Героїв 55-ї бригади міста Запоріжжя шляхом введення одnobічної схеми руху» дослідником було представлено потенційні ризики, проведено загальний аналіз та розглянуто можливі шляхи усунення впливу цих ризиків.

Більшість часу дослідник проводить за комп'ютером. Тому цій частині рекомендується приділити найбільшу увагу. Під час використання комп'ютера існує кілька потенційних ризиків:

- а) підвищений шум через несправності вентиляторів, принтерів тощо, що може негативно вплинути на дослідників;
- б) значний робочий час і монотонність призводять до втоми дослідника, появи головного болю, недосипання;
- в) погана ергономіка на робочому місці може викликати біль у спині та погіршити поставу дослідника;
- г) потенційне ураження електричним струмом через ненавмисне підключення комп'ютера до мережі, багато проводів накопичується під або за столом дослідника;
- д) погане освітлення під час роботи може погіршити самопочуття дослідника;
- е) недотримання вимог до кімнатної температури може спричинити втому та дискомфорт у дослідників.

Заходи для усунення цих потенційних ризиків наведено у презентації магістерської роботи.

ВИСНОВКИ

Реконструкція з будівництвом нових доріг, технічне переозброєння та розширення існуючих доріг на дорожній мережі міста практично неможлива. Особливо це стосується території дослідження, оскільки вона розташована в центральній частині міста, де щільність забудови дуже висока. При цьому одним з найбільш ефективних заходів є розглянута в даній роботі організація одностороннього руху, що дозволяє збільшити швидкість і пропускну здатність дороги. Також введення одностороннього руху обумовлено перевантаженням руху в місцях зупинок громадського транспорту, заторами від дорожньо-транспортних пригод та завантаженістю магістралі, яка викликає потребу у перерозподілі транспортних потоків.

Реалізація нової схеми руху дозволить збільшити пропускну здатність доріг, спростити схему руху на перехрестях, знизити рівень завантаження ділянки транспортом, зменшити аварійність, збільшити швидкість та ефективніше використовувати всі смуги руху. Покращення умов та підвищення безпеки руху матиме позитивні економічні наслідки.

Перехід на односторонній рух зменшить кількість ДТП та витрати від них майже на два мільйони гривень на рік.

І якщо припустити, що рух буде безпечнішим, зменшаться затримки та раціонально перерозподіляться транспортні потоки, то можна вважати, що нову схему руху не тільки можна, а й потрібно впроваджувати. Це економічно вигідно. Чистий дисконтний прибуток при цьому за три роки складе майже три мільйони гривень.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Запорізька обласна державна адміністрація. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://www.zoda.gov.ua/>
2. Запорізька міська рада. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://zp.gov.ua/uk>.
3. Комунальне підприємство Запорізької міської ради «Запоріжелектротранс». Офіційний сайт. Режим доступу: <https://zet.zp.ua/>.
4. Гаврилов Е.В. Системологія на транспорті: підручник у 5 кн. / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, О.Т. Лановий, І.Е. Линник, В.П. Поліщук; за заг. ред. М.Ф. Дмитриченка - Книга 4. Організація дорожнього руху – Київ: Знання України, 2007. - 452 с.
5. Інструкція до використання вимірювача швидкості «Іскра-1». Київ, Технополіс, 2002. – 26 с.
6. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов / М.С. Фишельсон – М.: Высшая школа, 1985. - 239 с.
7. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.
8. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.