

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

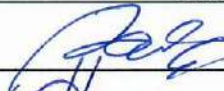
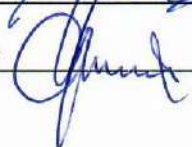
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ЧАСТИНІ
просп. МОТОРОБУДІВНИКІВ м. ЗАПОРІЖЖЯ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи T-322м

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

Освітня програма (спеціалізація)
275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

	Катерина ГОРДЕЄВА (прізвище та ініціали)
Керівник	 Ігор РАЙДА (прізвище та ініціали)
Рецензент	 Олександр АРТЮХ (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на _____
автомобільному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ГОРДЕЄВОЇ Катерини Вікторівни

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації руху автомобільного пасажирського транспорту на частині просп. Моторобудівників м. Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) РАЙДА Ігор Михайлович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №450

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 15 грудня 2023 р.

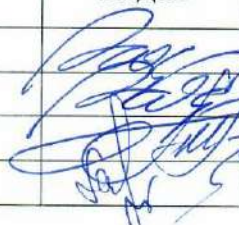
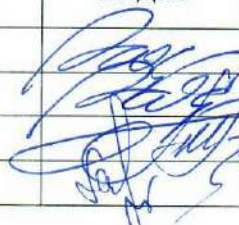
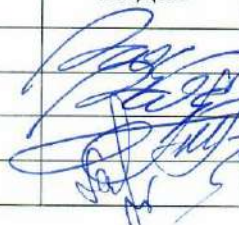
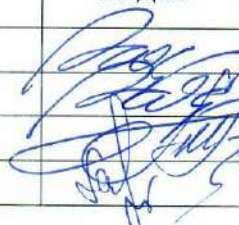
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі характеристики транспортних та пішохідних потоків, існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Заходи для підвищення рівня безпеки руху автобусів, 2.2 Підвищення безпеки зупиночних пунктів трамваїв, 2.3 Підвищення безпеки руху на ділянці проспекті Моторобудівників 3 Економічна частина, 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської 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.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

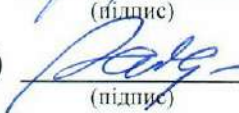
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)


(підпис)

Катерина ГОРДЕЄВА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 92 стор., 18 табл., 34 рис., 10 використаних джерел.

АВТОБУС, БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНІЙ РУХ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ, ЗУПИНОЧНИЙ ПУНКТ, ІНТЕНСИВНІСТЬ, МАРШРУТНИЙ ПАСАЖИРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ, ПАСАЖИРИ, ПЕРЕХРЕСТЯ, СВІТЛОФОР, ТРАМВАЙ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК

Об'єкт дослідження: ділянка проспекту Моторобудівників міста Запоріжжя.

Мета роботи: розробити заходи щодо підвищення безпеки руху маршрутного пасажирського транспорту на ділянці проспекту Моторобудівників.

Методи дослідження: аналітичний.

В магістерській роботі досліджено дорожні умови та основні характеристики транспортних і пішохідних потоків; проаналізовано аварійність на ділянці проспекту Моторобудівників; проаналізовано наявні маршрути пасажирських перевезень на цій ділянці.

Обґрунтовано та спроєктовано облаштування п'яти зупиночних пунктів автобусів заїзними «кишеннями»; запропоновано улаштування майданчику очікування на одній зупинці трамваїв; запропоновано ряд заходів з підвищення безпеки руху на перехрестях проспекту Моторобудівників з вулицями Брюллова та Червоної; запропоновано поновлення використання позавуличного пішохідного переходу в районі центральної прохідної АТ «Мотор-Січ» через проспект Моторобудівників.

Виконані економічні розрахунки.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальний опис об'єкту дослідження.....	8
1.1.1 Об'єкт дослідження у прив'язці до вулично-дорожньої мережі міста.....	8
1.1.2 Особливості дорожнього руху на об'єкті дослідження.....	10
1.2 Дослідження та аналіз основних характеристик транспортних потоків.....	11
1.2.1 Дослідження та аналіз інтенсивності руху автомобілів.....	11
1.2.2 Дослідження та аналіз складу автомобільних потоків.....	19
1.2.3 Дослідження та аналіз швидкостей руху автомобільних потоків.....	22
1.3 Визначення пропускних спроможностей об'єкту дослідження.....	24
1.4 Загальний аналіз об'ємів та організації пішохідного руху.....	27
1.5 Аналіз організації руху маршрутного пасажирського транспорту..	28
1.6 Аналіз ДТП на об'єкті дослідження.....	32
1.7 Загальний аналіз недоліків організації руху автомобільного транспорту на об'єкті дослідження.....	39
2 Розрахункова частина.....	41
2.1 Заходи для підвищення рівня безпеки руху автобусів.....	41
2.1.1 Облаштування автобусних зупинок.....	41
2.1.2 Розрахунок параметрів та облаштування автобусної стоянки..	48
2.2 Підвищення безпеки зупиночних пунктів трамваїв.....	54
2.3 Підвищення безпеки руху на ділянці проспекті Моторобудівників	57

2.3.1 Заходи з підвищення безпеки руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова.....	58
2.3.2 Заходи з підвищення безпеки руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною.....	61
2.3.3 Реорганізація пішохідного руху через проспект Моторобуді- вників в районі центральної прохідної заводу «Мотор-Січ».....	64
3 Економічна частина.....	66
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	77
Висновки.....	79
Перелік джерел посилення.....	80
Додаток А.....	82
Додаток Б.....	84
Додаток В.....	91

ВСТУП

В сучасних містах існує гостра проблема управління дорожнім рухом, яка є вкрай актуальною. Розширення інфраструктури у великих містах, постійне збільшення автотранспорту на дорогах підносить це питання на один із ключових рівнів. саме від якості управління дорожнім рухом залежить ефективність функціонування міста взагалі й, врешті-решт, здоров'я та безпека його мешканців.

Ріст автопарку та обсягів перевезень призводить до збільшення інтенсивності дорожнього руху, особливо у містах із складною історичною забудовою. Це спричиняє транспортні проблеми, особливо помітні в вузлових точках дорожньої мережі. Тут спостерігаються транспортні затори, черги і затримки, що призводить до зниження швидкості руху, додаткових витрат пального та підвищеного зносу автотранспортних засобів.

Нестабільний режим руху, постійні зупинки автомобілів на перехрестях призводять до підвищеного забруднення повітря внаслідок шкідливих викидів від неповного згоряння пального. Зростає і кількість дорожньо-транспортних пригод, які стають причиною смертей та поранень мільйонів людей, а також ушкодження техніки та інфраструктури міста.

Особливої уваги при цьому потребує організація руху маршрутних транспортних засобів, безпека цього руху.

Предметом даної магістерської роботи став проспект Моторобудівників, який знаходиться у Шевченківському районі нашого міста. Підвищення безпеки руху маршрутних транспортних засобів та зниження транспортних витрат на цій ділянці є основними питаннями, що розглядаються в даній магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальний опис об'єкту дослідження

1.1.1 Об'єкт дослідження у прив'язці до вулично-дорожньої мережі міста

Об'єктом дослідження в магістерській роботі стала організація руху пасажирського транспорту на ділянці проспекту Моторобудівників міста Запоріжжя.

Запоріжжя – це обласний центр Запорізької області, який є одним із значущих адміністративних, промислових і культурних центрів південної частини України. На початок 2018 року за кількістю населення місто Запоріжжя було шостим в Україні із показником понад 745 тис. мешканців [1].

Загальна площа міста Запоріжжя складає 331 км². Місто входить в п'ятірку найбільших міст країни [1].

Місто Запоріжжя має розвинену мережу автомобільних вулиць та доріг. Це близько 1300 проспектів, вулиць, провулків та площ. Головною вулицею міста є проспект Соборний, який простягається майже на 11 км і пронизує чотири райони міста [1].

За своїм адміністративним поділом місто Запоріжжя складається з семи районів. Об'єкт дослідження, тобто ділянка проспекту Моторобудівників знаходиться в Шевченківському адміністративному районі. На рисунку 1.1 наведені межі Шевченківського адміністративного району на мапі міста Запоріжжя.

Шевченківський район був є найбільшим адміністративним районом міста як за своєю площею, так і за кількістю населення. Район був заснований у 1962 році. Площа Шевченківського району займає практично третину площі всього міста Запоріжжя й дорівнює 98 км². До складу Шевченківського району входять як потужні промислові підприємства, так і значні житлові масиви з різною висотою забудови [1].

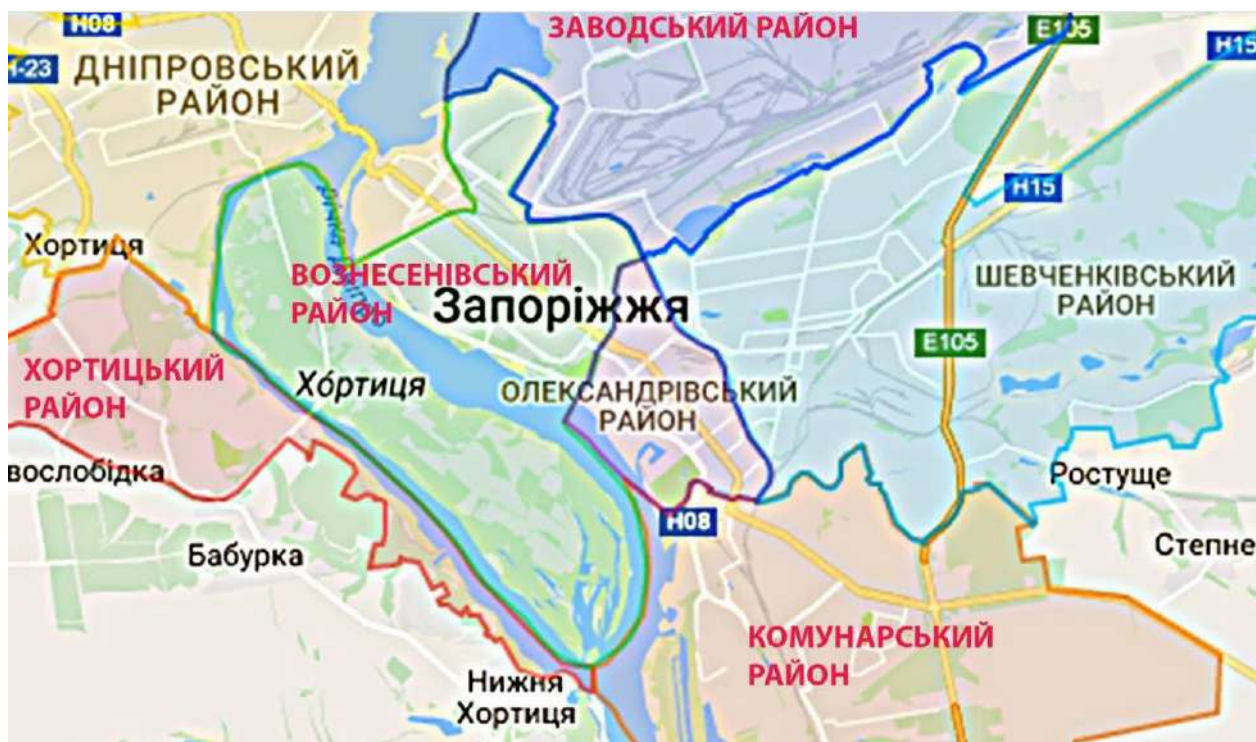


Рисунок 1.1 – Розташування Шевченківського адміністративного району на мапі міста Запоріжжя

Проспект Моторобудівників відносяться до вулиць міського значення. Це пов'язано з використанням його для пропуску транспортного потоку з Шевченківського району в напрямку Космічного та Південного мікрорайонів міста Запоріжжя. На ділянці проспекту Моторобудівників повздовж розташоване одне з найпотужніших промислових підприємств міста – АТ «МоторСіч». Саме на проспект виходять дві основні прохідні цього заводу. Крім цього повздовж проспекту розташовані Андріївський Собор, Шевченківська районна адміністрація, дві зони відпочинку – парки ім. Шевченка та Климова, житлова забудова та об'єкти соціальної сфери – магазини, перукарні тощо. Особливо потрібно відмітити, що проспект має тупиковий розвиток і закінчується біля центрального ринку. Все це зумовлює значний пасажиропотік як, транзитний - з одного району міста до іншого, так і місцевий – до об'єктів тяжіння, що безпосередньо розташовані поряд з проспектом Моторобудівників.

На рисунку 1.2 показане розташування об'єкту дослідження на мапі міста Запоріжжя.

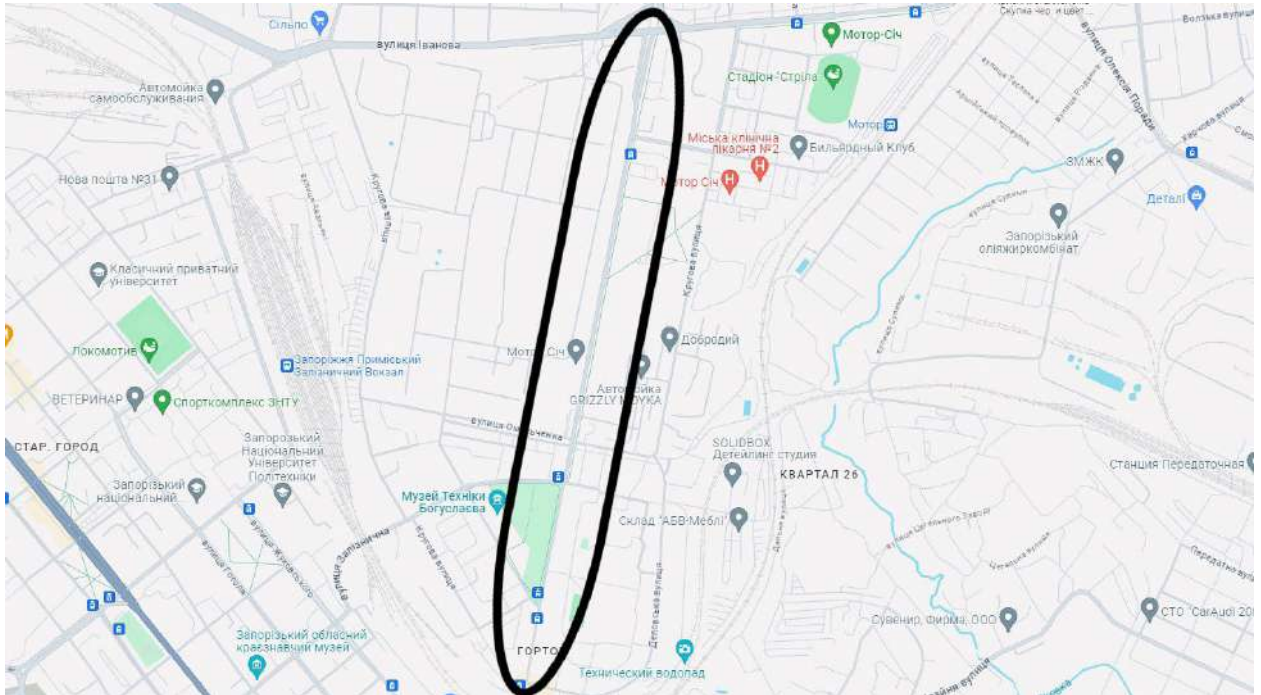


Рисунок 1.2 – Розташування ділянки проспекту Моторобудівників

1.1.2 Особливості дорожнього руху на об'єкті дослідження

Як вже говорилося вище, проспект Моторобудівників є однією з напруженіших транспортних артерій Шевченківського району міста Запоріжжя. Проспект Моторобудівників виступає важливим зв'язком між Шевченківським районом та Комунарським районом, а також використовується для під'їзду транспорту до центрального ринку міста Запоріжжя.

На проспекті Моторобудівників немає обмежень видів руху. Проспектом користується приватний та службовий автомобільний транспорт. Також здійснюється рух вантажного транспорту. Проспектом Моторобудівників активно рухається міський пасажирський транспорт, представлений автобусами різної місткості та трамваями. Трамвайні колії прокладені повздовж всієї ділянки проспекту Моторобудівників, яка розглядається. Відстань від трамвайних колій до проїжджої частини на протязі ділянки проспекту різна. Біля перехрестя з вулицею Іванова трамвайні колії розташовані посередині проспекту.

Дорожнє покриття на ділянці проспекту Моторобудівників має задовільний стан. Тротуари також знаходяться в прийнятному стані.

Відстані між перехрестями на ділянці проспекту Моторобудівників наступні:

- від вул. Іванова до вул. Брюллова – 280 м;
- від вул. Брюллова до вул. Омельченка – 690 м;
- від вул. Омельченка до вул. Червоної – 110 м;
- від вул. Червоної до вул. Копьонкіна - 370 м;
- від вул. Копьонкіна до вул. Деповської (кінець проспекту) - 210 м.

Проїзна частина по проспекту Моторобудівників має по дві смуги в кожному напрямі. Ширина проїзної частини коливається від 14 до 18 м.

Також необхідно відмітити, що проспект Моторобудівників перетинає залізничний переїзд, який експлуатується залізничним транспортом АТ «Мотор-Січ». Цей залізничний переїзд є регульованим.

1.2 Дослідження та аналіз основних характеристик транспортних потоків

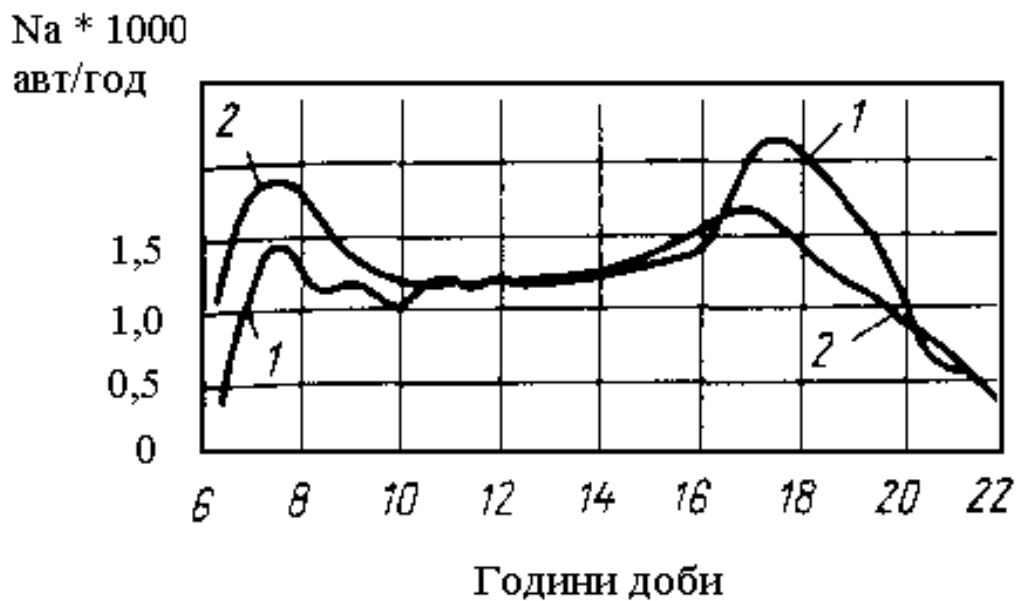
1.2.1 Дослідження та аналіз інтенсивності руху автомобілів

Інтенсивність транспортного потоку є однією з основних його характеристик, яка дає уявлення про наявні обсяги руху на ділянці вулично-дорожньої мережі, про їх зміни у часі. Саме ця характеристика стає основою для прийняття рішень про можливість використання тих чи інших систем управління дорожнім рухом чи їх режимів.

Інтенсивність транспортного потоку визначається як кількість транспортних засобів, що проїжджають переріз дороги протягом визначеного проміжку часу. Розрахунковий період часу для визначення інтенсивності руху може бути рік, місяць, доба, година, а також коротші проміжки часу, такі як хвилини

чи секунди, в залежності від мети спостережень та наявних засобів вимірювання [2].

Нерівномірність транспортних потоків у часі, а саме розподіл протягом року, місяця, доби та години, відіграє ключову роль у вирішенні проблем організації руху. Стандартну криву розподілу інтенсивності руху протягом доби на міських магістралях можна спостерігати на рисунку 1.3. Схожий характер розподілу інтенсивності спостерігається на автомобільних дорогах. Графіки на рисунку 1.4 дозволяють виділити так звані «години пік», коли стає найбільш актуальними завдання організації та регулювання руху [2].



1 - рух транспорту від центру населеного пункту;

2 - рух транспорту до центру населеного пункту

Рисунок 1.3 – Зміни інтенсивностей руху транспорту на протязі доби [2]

Термін «година пік» є умовним і використовується тут тільки через те, що година є основною одиницею виміру часу. Тривалість періоду максимальної інтенсивності руху може перевищувати або бути коротшою за одну годину. Тому більш точним є термін «піковий період», що вказує на час, протягом якого інтенсивність, виміряна короткочасними інтервалами, перевищує середню інтенсивність протягом періоду найжвавішого руху [2].

Для дослідження інтенсивності руху транспорту на ділянці проспекту Моторобудівників в якості таких пікових періодів були обрані проміжки часу 7:30 – 8:30 та 16:30 – 17:30. Саме в ці часові періоди було досліджено інтенсивності транспортних потоків.

Дослідження виконувалися на кожному з основних перехресть цієї ділянки проспекту Моторобудівників.

Одночасно оперувати даними інтенсивності різних типів автомобілів доволі складно. Тому для спрощення використовується так звана приведена інтенсивність в умовних одиницях (типових легкових автомобілях). Цю приведену інтенсивність розраховують за формулою [2]:

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

де N_i – фактична інтенсивність автомобілів певного типу, авт/год;

K_i – коефіцієнт приведення відповідний певного типу автомобілів.

Коефіцієнти приведення автомобілів певного типу наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Коефіцієнти приведення інтенсивності певних типів автомобілів [3]

Мотоцикли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Автобуси	Тролейбуси	Автопоїзди
		< 2 т	2-5 т	5-8 т	> 8 т			
0,5	1	1,5	2	2,5	3	3	3,5	4

На рисунках 1.4-1.8 наведені приведені інтенсивності транспортних потоків на основних перехрестях ділянки проспекту в ранкові пікові періоди, на рисунках 1.9-1.13 – у вечірні пікові періоди.

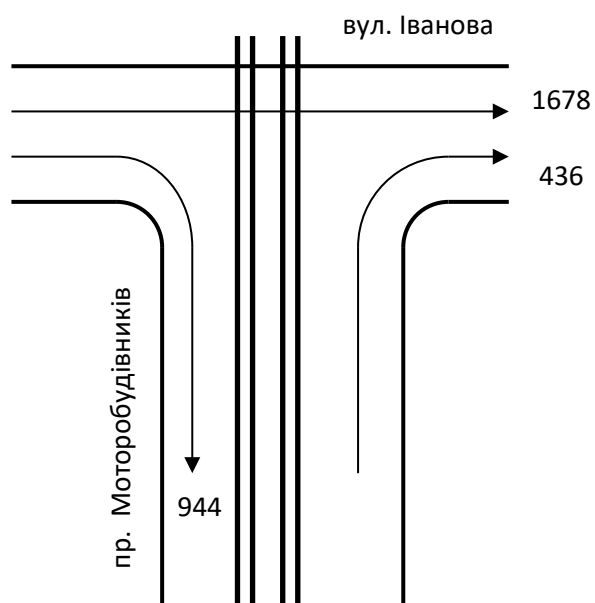


Рисунок 1.4 – Інтенсивності руху на перехресті Моторобудівників – Іванова в ранці

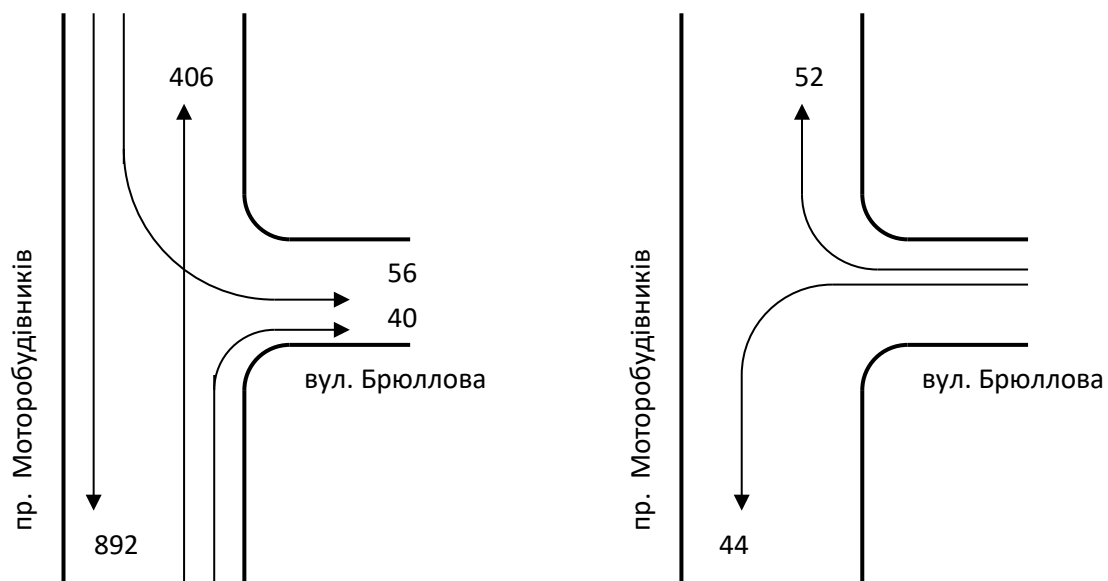


Рисунок 1.5 – Інтенсивності руху на перехресті Моторобудівників – Брюллова вранці

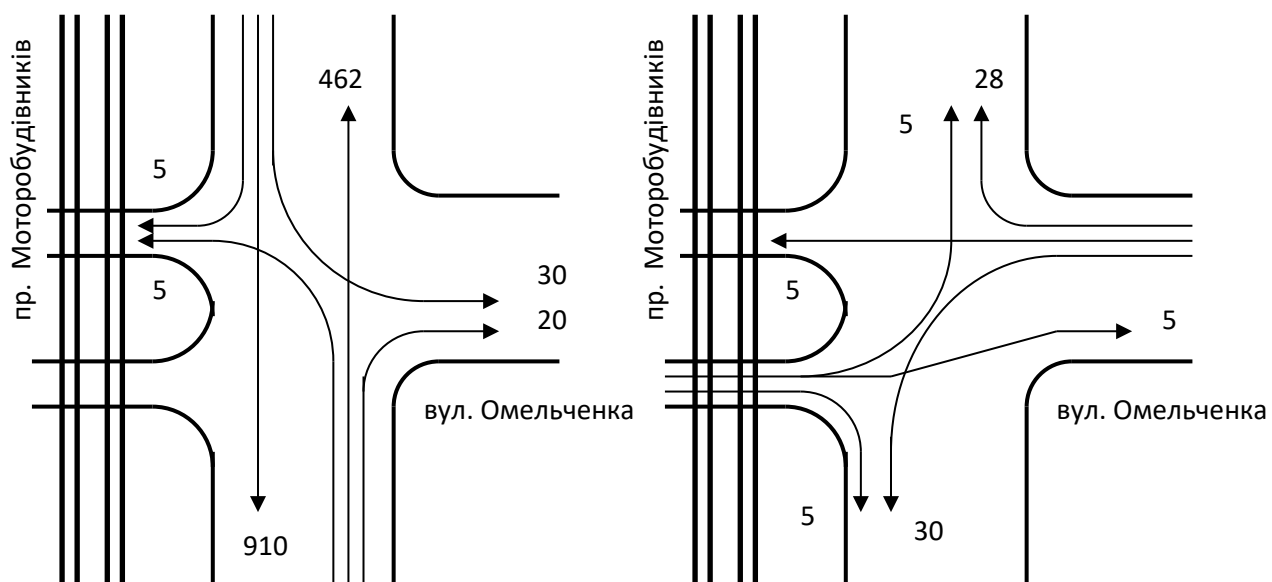


Рисунок 1.6 – Інтенсивності руху на перехресті
Моторобудівників – Омеляченка вранці

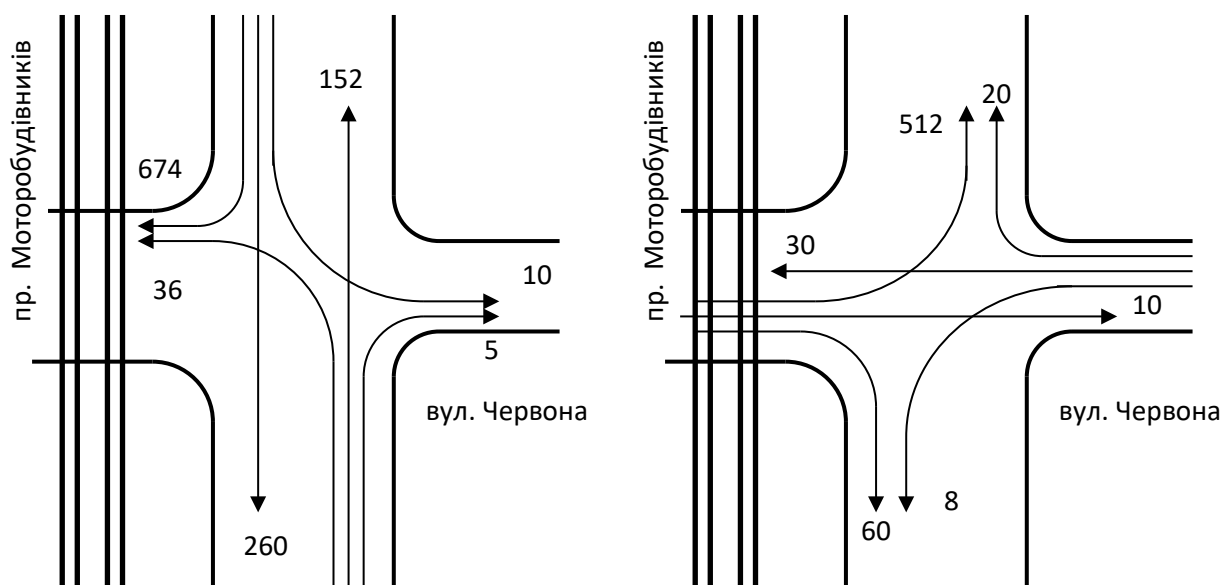


Рисунок 1.7 – Інтенсивності руху на перехресті
Моторобудівників – Червона вранці

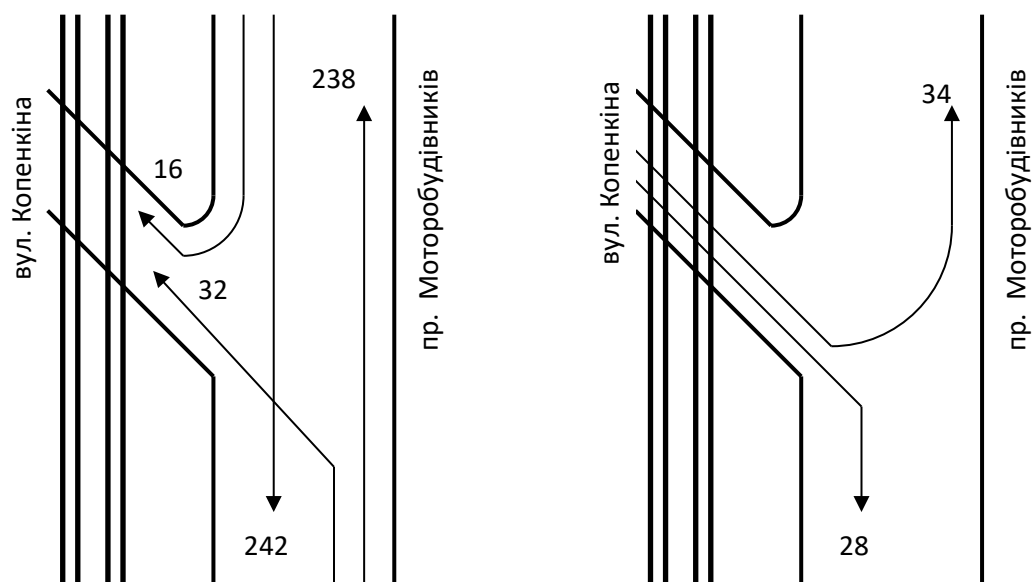


Рисунок 1.8 – Інтенсивності руху на перехресті
Моторобудівників – Копьонкіна вранці

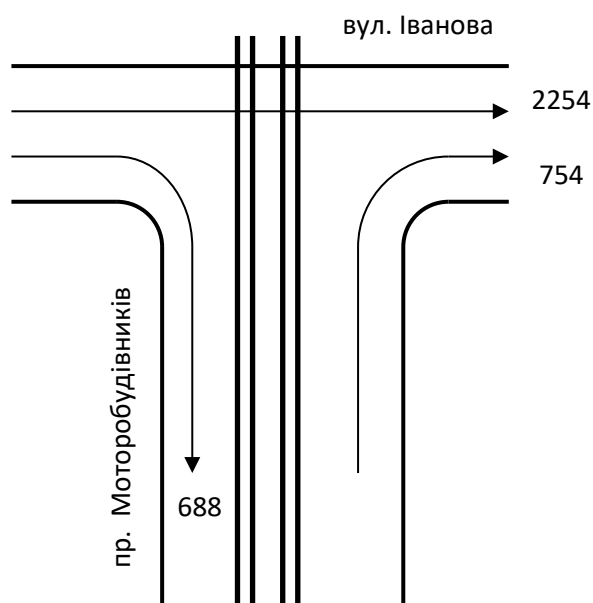


Рисунок 1.9 – Інтенсивності руху на перехресті Моторобудівників – Іванова
ввечері

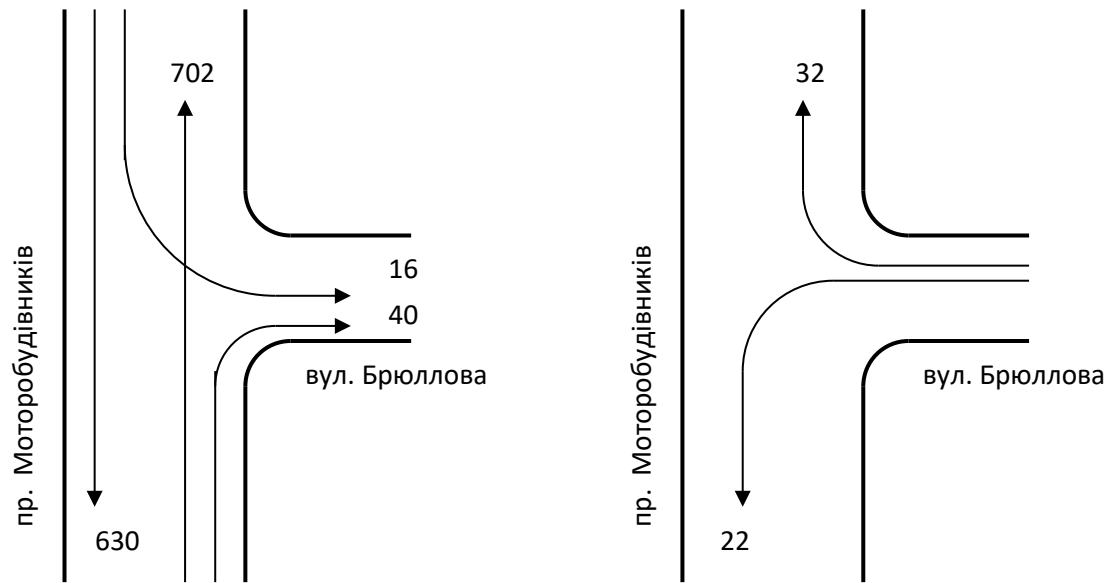


Рисунок 1.10 – Інтенсивності руху на перехресті
Моторобудівників – Брюллова ввечері

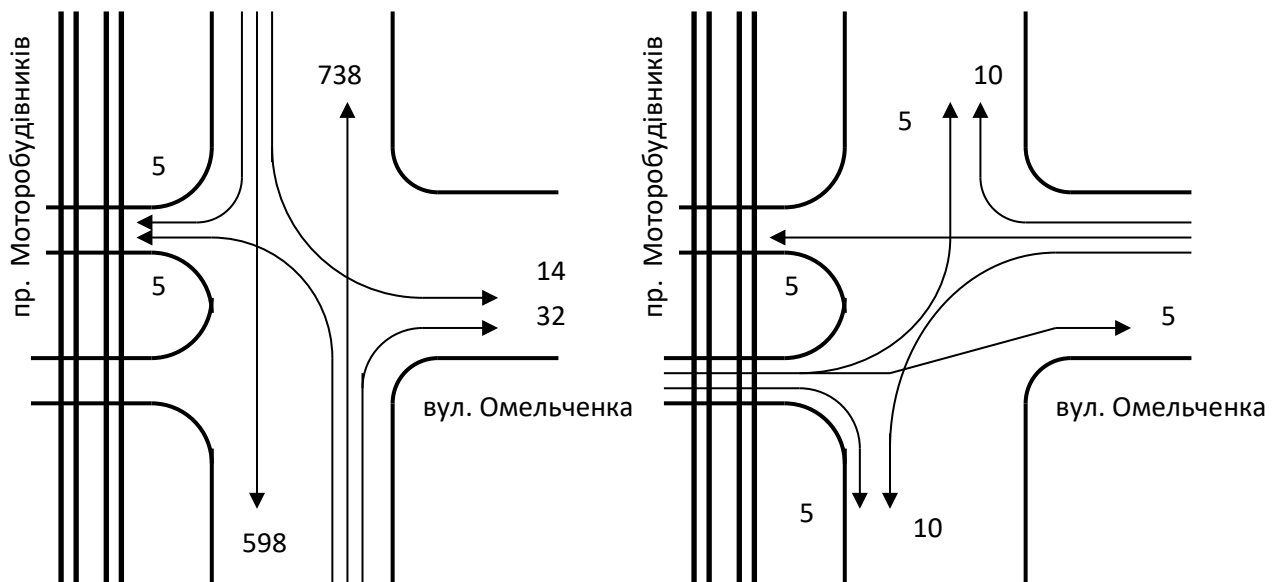


Рисунок 1.11 – Інтенсивності руху на перехресті
Моторобудівників – Омеляченка ввечері

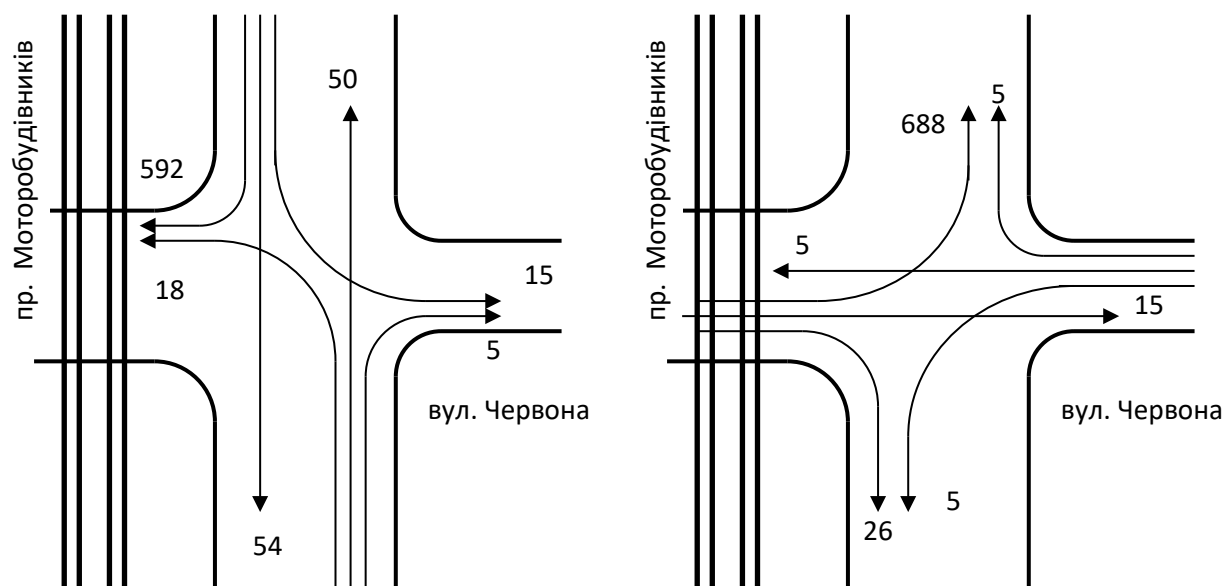


Рисунок 1.12 – Інтенсивності руху на перехресті
Моторобудівників – Червона ввечері

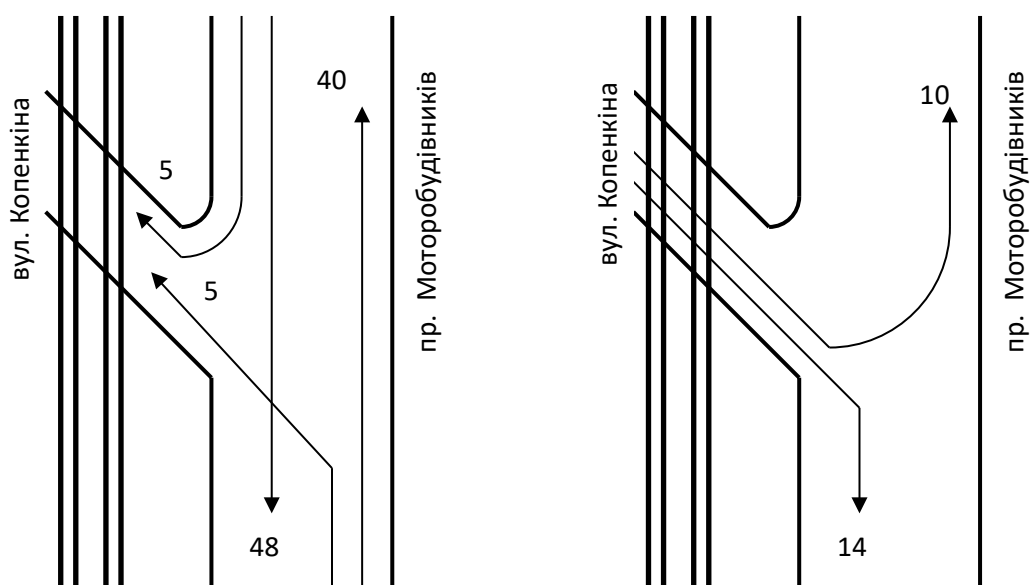


Рисунок 1.13 – Інтенсивності руху на перехресті
Моторобудівників – Копьонкіна ввечері

Отримані дані інтенсивностей руху свідчать, що в ранкові пікові періоди більше транспорту рухається з Шевченківського району, у вечірні години –

навпаки у зворотному напрямку. Також потрібно зазначити, що проспект Моторобудівників від вулиці Червоної до ринку у вечірні години значно менше завантажений транспортом ніж в ранкові. Це природно і пов'язано з часом роботи ринку.

1.2.2 Дослідження та аналіз складу автомобільних потоків

Склад транспортного потоку визначається співвідношенням різних типів транспортних засобів у ньому. Цей показник має значний вплив на всі параметри дорожнього руху. Так він суттєво впливає на завантаження доріг, проявляючись, насамперед, у стисненості руху. Це пояснюється значною різницею в габаритних розмірах різних типів автомобілів. Проте важливо відзначити, що різниця у габаритних розмірах - це лише одна з причин, яка виокремлює необхідність спеціального врахування складу потоку під час аналізу інтенсивності руху [2].

При русі у транспортному потоці важлива не лише різниця у статичних габаритах, але й у динамічних, яка залежить переважно від часу реакції водія і гальмівних характеристик транспортних засобів [2]. Саме динамічний габарит враховується через коефіцієнти приведення інтенсивності руху, які описувалися в попередньому пункті магістерської роботи.

На рисунках 1.14-1.18 наведений склад транспортних потоків на відповідних перехрестях, які розглядалися вище.

Згідно виконаним спостереженням у транспортному потоці переважають легкові автомобілі на всіх ділянках вулично-дорожньої мережі, що розглядається. Їх частка становить 75-80 % від загальної кількості автомобілів.

Слід відмітити, що таке співвідношення складу транспортного потоку характерне лише для пікових періодів. В інші години доби частка легкових автомобілів знижується до 60 % від загальної кількості. Це відбувається за рахунок зниження загальної інтенсивності руху та практично незмінної кількості

транспортних засобів, які забезпечують міські пасажирські перевезення, у потоці.

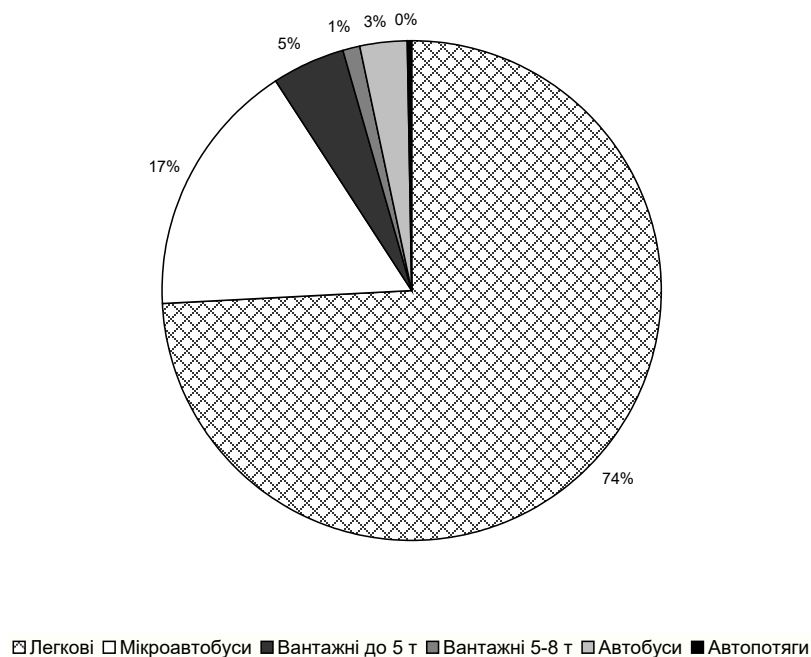


Рисунок 1.14 – Склад транспортного потоку на перехресті
Моторобудівників – Іванова

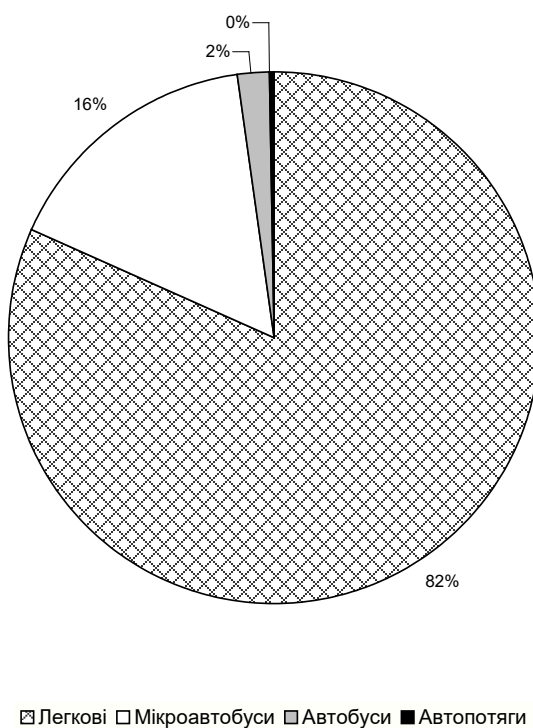


Рисунок 1.15 – Склад транспортного потоку на перехресті
Моторобудівників – Брюллова

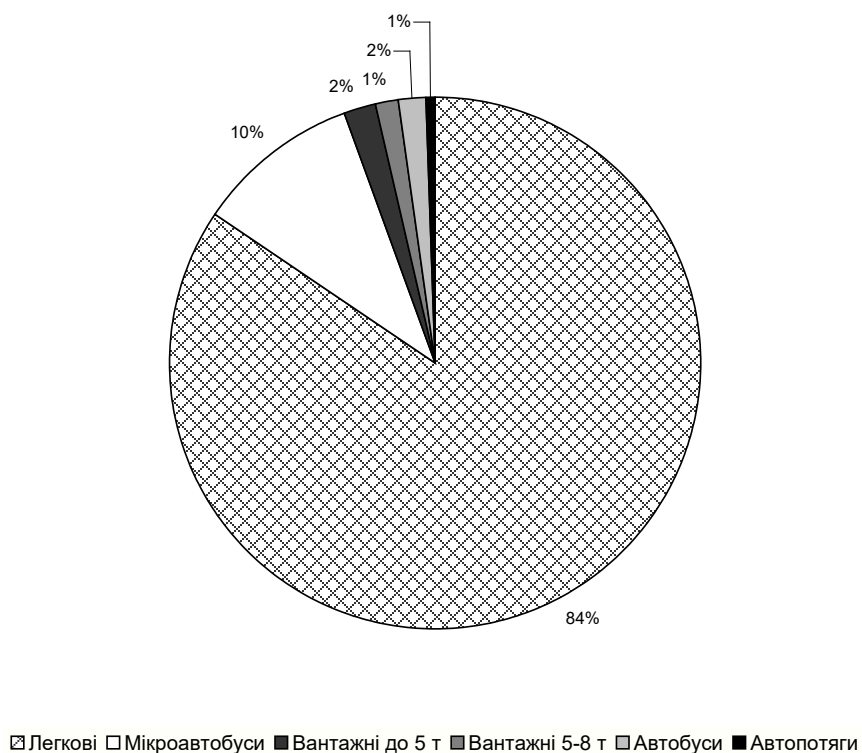


Рисунок 1.16 – Склад транспортного потоку на перехресті
Моторобудівників – Омельченка

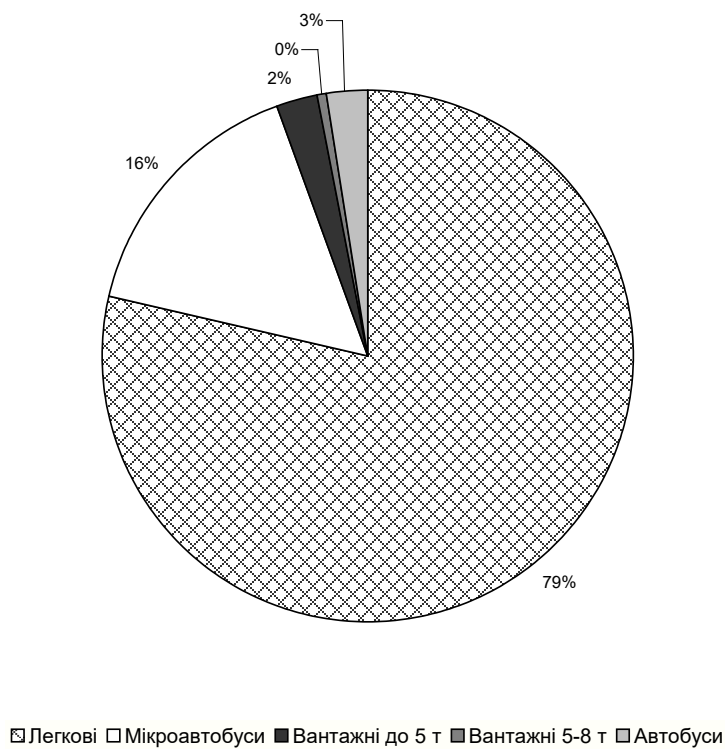


Рисунок 1.17 – Склад транспортного потоку на перехресті
Моторобудівників – Червона

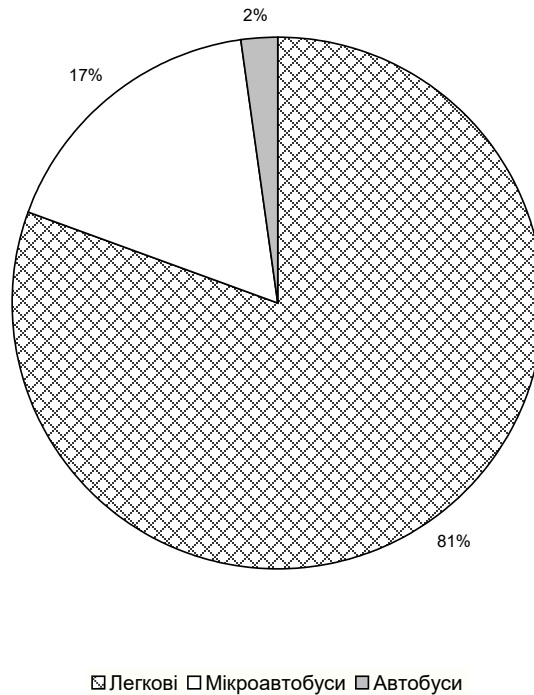


Рисунок 1.18 – Склад транспортного потоку на перехресті
Моторобудівників – Копьонкіна

1.2.3 Дослідження та аналіз швидкостей руху автомобільних потоків

Швидкість руху є ключовим показником, оскільки вона є основною цільовою характеристикою дорожнього руху. Найбільш об'єктивною характеристикою процесу руху транспортного засобу дорогою може бути графік зміни його швидкості протягом всього маршруту. Однак отримання таких просторових характеристик для великої кількості автомобілів є складним завданням, оскільки вимагає постійного автоматичного фіксування швидкості кожного з них [2].

У практиці організації руху зазвичай використовують оцінку швидкості руху транспортних засобів миттєвими значеннями, зафіксованими в окремих типових перерізах дороги [2].

Визначати швидкість окремих автомобілів можливо різними способами, в тому числі із застосуванням спеціальних приладів. Для вимірювання швидкості руху автомобілів на проспекті Моторобудівників використовувався універсальний імпульсний вимірювач швидкості «Іскра -1».

Вимірювання швидкісних режимів руху виконувалося на проспекті Моторобудівників між перехрестями з вулицями Брюллова та Червона. Було виконано 1123 спостереження. Обробка результатів вимірювань швидкості на проспекті Моторобудівників наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Обробка результатів вимірювань швидкостей руху на проспекті Моторобудівників

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість вимірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
10-15	12,5	4	0,004	0,004
15-20	17,5	17	0,015	0,019
20-25	22,5	22	0,020	0,038
25-30	27,5	45	0,040	0,078
30-35	32,5	80	0,071	0,150
35-40	37,5	161	0,143	0,293
40-45	42,5	240	0,214	0,507
45-50	47,5	251	0,224	0,730
50-55	52,5	170	0,151	0,882
55-60	57,5	133	0,118	1,000

Середню швидкість руху на ділянці можливо розрахувати за формулою:

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

Середня швидкість руху на проспекті Моторобудівників:

$$\bar{V} = \frac{49412.5}{1123} = 44 \text{ км/год.}$$

Проаналізувавши отримані значення можна стверджувати, що швидкісний режим руху на проспекті Моторобудівників доволі дієвий і має хороший показник середньої швидкості. Навіть частина транспортних засобів рухаються проспектом із незначним перевищенням дозволеної швидкості руху.

1.3 Визначення пропускних спроможностей об'єкту дослідження

Нормальну роботу будь-якої ділянки вулично-дорожньої мережі можливо оцінити порівнюючи досліджені інтенсивності руху в пікові проміжки та пропускну спроможність ділянки.

Одним з найважливіших критеріїв, що визначає функціональність транспортних мереж, є їхня пропускна здатність. В процесі проектування автомобільних доріг та при організації руху використовується термін «пропускна здатність дороги». Просте визначення цього терміну полягає в тому, що під пропускну здатністю дороги розуміється максимально можлива кількість автомобілів, яка може пройти через переріз дороги за одиницю часу [2].

Пропускна спроможність однієї смуги дороги, авт/год [3]:

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

де V – очікувана швидкість руху автомобілів, м/с;

t_p – середній час реакції водія автомобіля, с;

l_o – значення теоретичного зазору безпеки, м;

l_a – середня довжина умовного автомобіля, м;

β – значення коефіцієнту гальмування.

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

де g – значення прискорення фізичної сили тяжіння, м/с²;

f – значення коефіцієнту опору котінню;

i – значення наявного повздовжнього ухилу вулиці чи дороги;

φ – значення коефіцієнту зчеплення автомобільних шин з дорожнім покриттям.

Розраховуємо значення пропускної спроможності проспекту Моторобудівників в районі Андріївського собору, виходячи з найгірших дорожніх умов.

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

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

На проспекті Моторобудівників по дві смуги руху в кожний бік.

В цьому випадку пропускну спроможність кожної смуги проїжджої частини можна визначити по формулі [3]:

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

де ε_i – значення коефіцієнту зниження пропускної спроможності певної смуги.

$$A_{n1} = 978 \text{ авт/год.}$$

$$A_{n2} = 0,85 \cdot 978 = 831 \text{ авт/год.}$$

Далі необхідно визначити середнє значення пропускної спроможності смуги:

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

Розрахуємо коефіцієнт завантаження рухом на проспекті Моторобудівників [3]:

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

де N_a – фактичний розмір інтенсивності руху на ділянці, авт/год;

P – розрахована пропускна спроможність, авт/год.

$$Z = \frac{825}{978} = 0.84.$$

Значення коефіцієнта завантаження $z = 0,84$ відповідає так званим насиченим умовам руху транспортних потоків із значною щільністю. Потрібно відмітити, що розрахунки, наведені вище, виконані для ранкового пікового періоду.

1.4 Загальний аналіз об'ємів та організації пішохідного руху

В районі проспекту Моторобудівників рух пішоходів здійснюється по тротуарах та пішохідних переходах.

Щодо характеру руху, переважно спостерігаються переміщення, зокрема, до та від зупинок маршрутного пасажирського транспорту. Крім цього, відзначається рух до об'єктів тяжіння, зокрема прохідних заводу АТ «Мотор-Січ», магазинів, що розташовані повздовж проспекту Моторобудівників, та інших об'єктів тяжіння.

При спостереженні та вивченні характеру пішохідних потоків виділено кілька наявних недоліків в організації пішохідного руху:

- хаотичний рух через проїжджу частину пішоходів в районах прохідних заводу «Мотор-Січ» та особливо в районі наближення до центрального міського ринку;
- використання наземного регульованого визивного пішохідного переходу при наявності підземного переходу в районі центральної прохідної заводу «Мотор-Січ»;
- значний потік пішоходів на перехресті проспекту Моторобудівників та вулиці Іванова в усіх напрямках, а особливо до та від зупинок трамваю, які розташовані посередині проїжджої частини.

Зазначені вище недоліки будуть враховані за можливості при поліпшенні умов руху на ділянці проспекту Моторобудівників.

Найбільш інтенсивним пішохідний рух є вздовж проспекту Моторобудівників між вулицями Іванова та Брюллова та в районі наближення до центрального міського ринку. Інтенсивність руху пішохідних потоків в цих місцях досягає близько 2000 чол/год. Наведена інтенсивність стосується тільки пікових періодів доби. Для проспекту Моторобудівників це з 6:30 до 8 ранку і з 16 до 17 годин. Для району ринку це з 9 до 12 години доби особливо у вихідні дні.

1.5 Аналіз організації руху маршрутного пасажирського транспорту

Ефективність масових перевезень пасажирів у міському транспорті визначається якістю організації транспортних підприємств і загальним рівнем організації дорожнього руху. Забезпечення зручності для населення вимагає уважного управління та вдосконалення низки факторів, таких як швидкість, безпека і економічність [4].

Маршрутний пасажирський транспорт використовує загальні вулиці й дороги, і в цьому контексті спільна робота транспортних підприємств і органів, відповідальних за дорожні умови, має вирішальне значення. Важливо підтримувати високий ступінь координації між різними елементами системи міського транспорту для забезпечення плавного та ефективного руху [4].

Оптимізація маршрутів, збільшення швидкості пересування, вдосконалення безпекових стандартів і раціональне використання ресурсів можуть сприяти підвищенню якості перевезень. Також важливо розвивати інфраструктуру для забезпечення зручного доступу до транспорту для всіх верств населення [4].

Загальна безпека на дорогах, своєрідне співробітництво між транспортними засобами та інфраструктурою, а також ефективне використання технологій можуть сприяти поліпшенню умов перевезень та сприяти зручності громадян. Такий комплексний підхід дозволяє досягти оптимального балансу між ефективністю, безпекою та економічністю масових перевезень пасажирів у міському середовищі [4].

Є кілька основних умов забезпечення безпеки масових пасажирських перевезень [4]:

- справні пасажирські транспортні засоби, технічні характеристики яких відповідають наявним дорожнім умовам й наявному обсягу пасажиропотоків;
- суворі дисципліна водіїв, їх висока кваліфікація;

- дороги та вулиці з необхідним справним облаштуванням;
- наявна раціональна організація руху маршрутного пасажирського транспорту з наданням в разі необхідності певного пріоритету громадському транспорту.

Розвиток масового пасажирського транспорту поставляє перед фахівцями з організації руху ряд важливих завдань, впливаючи істотно на весь процес дорожнього руху. Ефективна робота громадського транспорту може значно зменшити залежність від індивідуальних автомобілів, особливо для трудових поїздок, тим самим знижуючи навантаження на урбаністичні дорожні системи [4].

Чітка організація пасажирських перевезень та руху транспортних засобів по маршрутах є наразі ключовою проблемою для управління загальним міським рухом. Громадський транспорт сприяє значно більш економному використанню вулично-дорожньої мережі, порівняно з індивідуальними автомобілями [4].

Шлях до успішного розвитку масового пасажирського транспорту включає в себе оптимізацію маршрутів, вдосконалення систем управління рухом, інфраструктурний розвиток для поліпшення доступності до транспорту, а також впровадження нових технологічних рішень. Ці заходи сприятимуть не лише покращенню зручності для пасажирів, але й зниженню транспортних затворів і ефективнішому використанню ресурсів в міському середовищі [4].

На ділянці проспекту Моторобудівників проходить 10 автобусних маршрутів та 4 трамвайні маршрути.

Дані по маршрутах наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики маршрутів пасажирського транспорту

Маршрут	Кінцеві пункти маршруту	Кількість ТЗ	Тип ТЗ	Час оборотного рейсу,	Кількість оборотних
Автобусні маршрути					
3	4-й Південний жмс. – вул. Гарнізонна	4	Еталон	126	26
9	вул. Олімпійська - Пошта	24	Mercedes	115	169
12	Гортоп – селище Будівників	2	БАЗ	50	16
13	Гортоп – станція Запоріжжя-Ліве	7	ГАЗ	50	74
22	Річковий вокзал - Мокрянський кам'яний кар'єр	9	ГАЗ	80	70
32	Матвіївське кладовище - Гортоп	3	БАЗ	50	37
42	вул. 40 років Перемоги – вул. Куйбишева	10	Богдан	70	90
44	Вокзал «Запоріжжя-1» – Тепличний комбінат	2	Mercedes	80	19
60	Гортоп – 3-й Шевченківський мкрн.	6	ГАЗ	30	156
64	Пошта - Гортоп	6	ГАЗ	34	39
Трамвайні маршрути					
10	М'ясокомбінат – м. Волі		трамвай	57	
12	«Зелений Яр» – м. Волі		трамвай	48	
14	Сімферопольське шосе – Запорізький цирк		трамвай	67	
15	2 Шевченківський мкрн. – м. Волі		трамвай	51	

Як бачимо з таблиці 1.3, проспектом Моторобудівників рухається велика кількість маршрутного пасажирського транспорту – в пікові періоди проспектом проїжджають близько 110 автобусів та мікроавтобусів в кожному з напрямків руху. Навіть якщо представити, що ці автобуси розподілені у часі рівномірно і прибувають до зупинок через рівні проміжки часу (що на практиці без спеціальної підготовки та координації неможливо), то на зупинку прибуває автобус чи мікроавтобус кожні 30 секунд! При такій інтенсивності руху особливі вимоги висувуються до обладнання та утримання зупиночних пунктів.

Натурні обстеження проспекту Моторобудівників виявили наявність багатьох недоліків організації роботи маршрутних транспортних засобів з точки зору організації дорожнього руху.

На всьому протязі ділянки проспекту Моторобудівників розташовано 10 зупиночних пунктів автобусного пасажирського транспорту (по п'ять пунктів у кожному напрямку). І тільки два з них мають заїзні кишені.

Потрібно відмітити, що 5 автобусних маршрутів мають на проспекті Моторобудівників кінцеву зупинку. І з цього приводу можна відмітити цілу низку недоліків організації руху. По-перше, відсутня обладнана стоянка для автобусів, де б вони знаходилися під час відпочинку водіїв між рейсами. Автобуси та мікроавтобуси відстоюються безпосередньо на проїжджій частині проспекту. По-друге, відсутній розворотний майданчик. Маневрування при розвороті пов'язане інколи з маневруванням у транспортному потоці, що призводить до небезпечних ситуацій. В-третьє, посадка пасажирів на деякі маршрути виконується не на позначеній відповідно вимогам зупинці, а в необладнаному для цього місці – автомобільній стоянці, яка розташована за декілька метрів від зазначеного зупиночного пункту. Основна причина цього – недостатність місця для розташування на кінцевій зупинці водночас значної кількості автобусів.

Є проблеми і з рухом трамваїв. В районі перехрестя проспекту Моторобудівників з вулицею Іванова трамвайні зупинки в обох напрямках розташовані посередині проїжджої частини, що вважається досить небезпечним. Але вирішити цю проблему шляхом перенесення зупинки неможливо в рамках магістерської роботи.

Далі трамвайні колії йдуть окремо від автомобільної дороги, що значно підвищує безпеку пасажирів при посадці та висадці. Але в районі примикання до проспекту вулиці Копьонкіна колії проходять в безпосередній близькості від проїжджої частини. Це призводить до того, що посадка-висадка пасажирів з трамвая виконується на проїжджу частину автомобільної дороги, що є вкрай небезпечним.

Отже, на проспекті Моторобудівників існує цілий ряд проблемних питань з поліпшення організації руху маршрутних пасажирських транспортних засобів.

1.6 Аналіз ДТП на об'єкті дослідження

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) фактично є порушенням нормального процесу руху на ділянці автомобільної дороги чи вулиці, результатом якого є наявність постраждалих осіб або певного матеріального збитку [2].

Найбільш небезпечними перехрестями на ділянці проспекту Моторобудівників є два перехрестя – з вулицями Брюллова та Червоною. Саме для них були зібрані та проаналізовані дані щодо виниклих ДТП.

Статистика аварійності на цих перехрестях наведена у таблиці 1.4 та на рисунках 1.19 – 1.21.

Таблиця 1.4 – Статистичні дані аварійності на перехрестях

Назва перехрестя	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
вул. Брюллова – просп. Моторобудівників	5-0-1	1-0-1	5-0-3	3-0-1	2-0-0
вул. Червона – просп. Моторобудівників	7-1-1	9-0-5	4-0-1	1-0-0	2-0-0

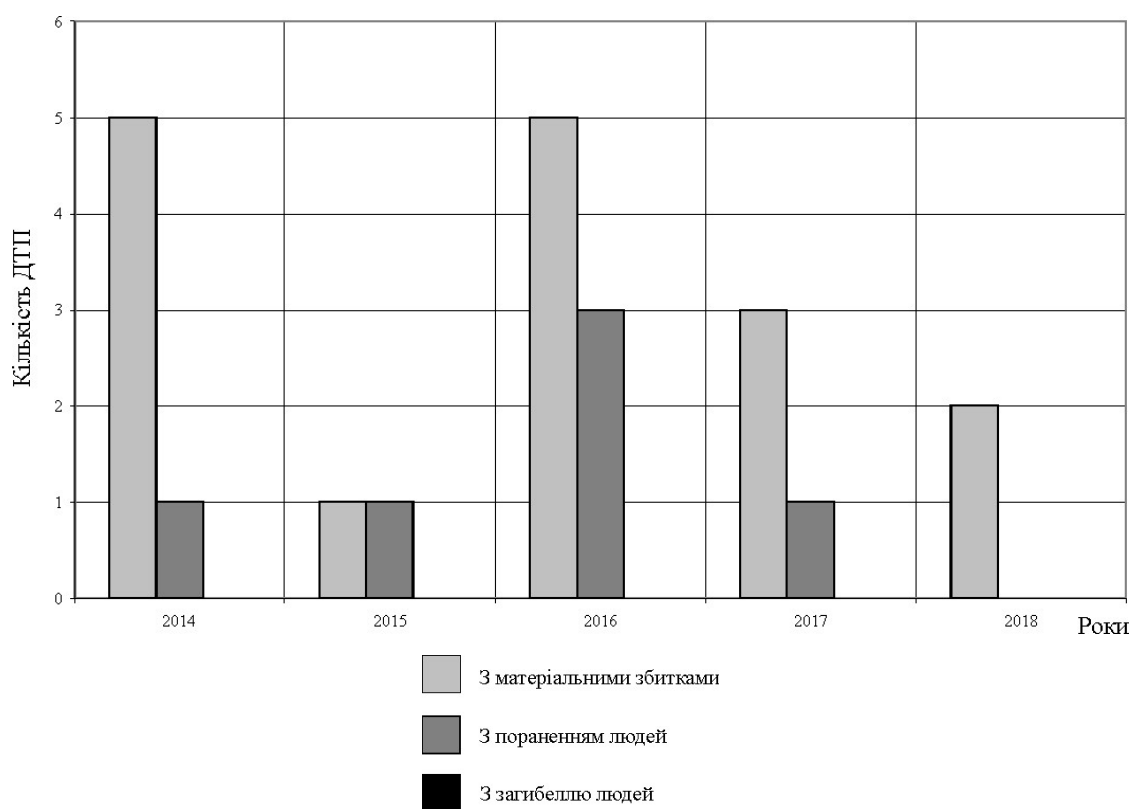


Рисунок 1.19 - Кількість ДТП на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова за певний рік

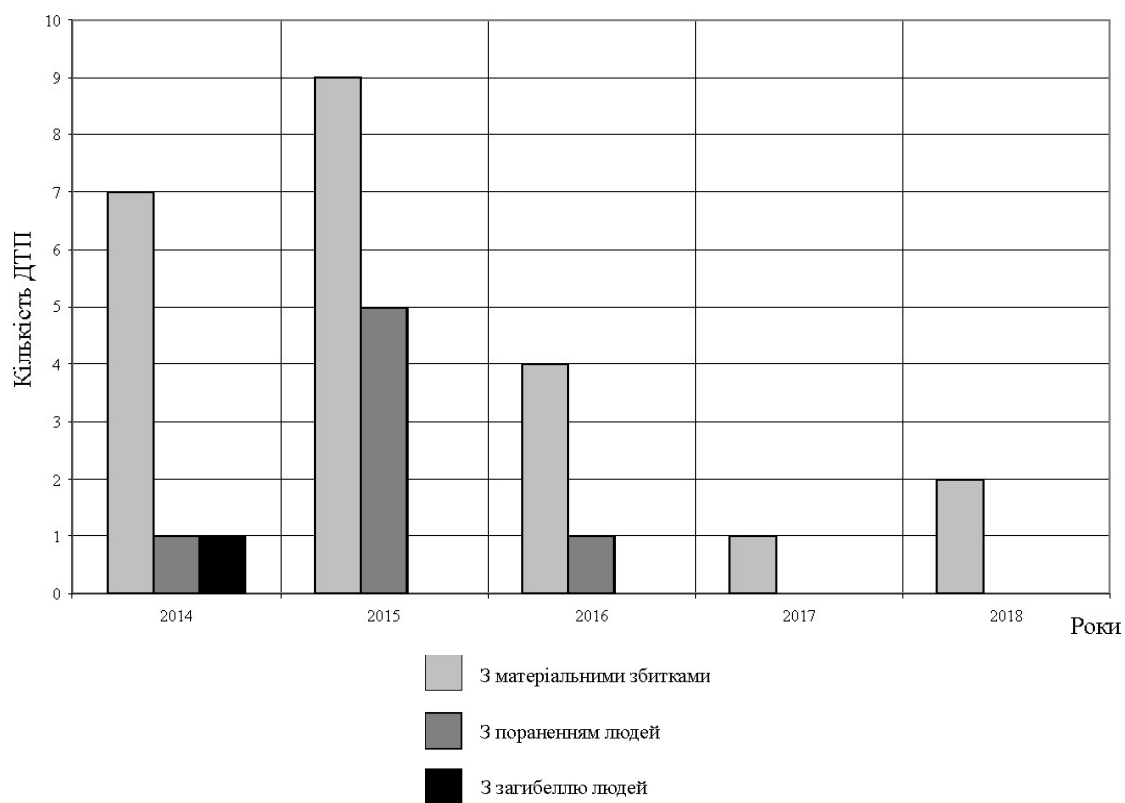


Рисунок 1.20 - Кількість ДТП на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною за певний рік

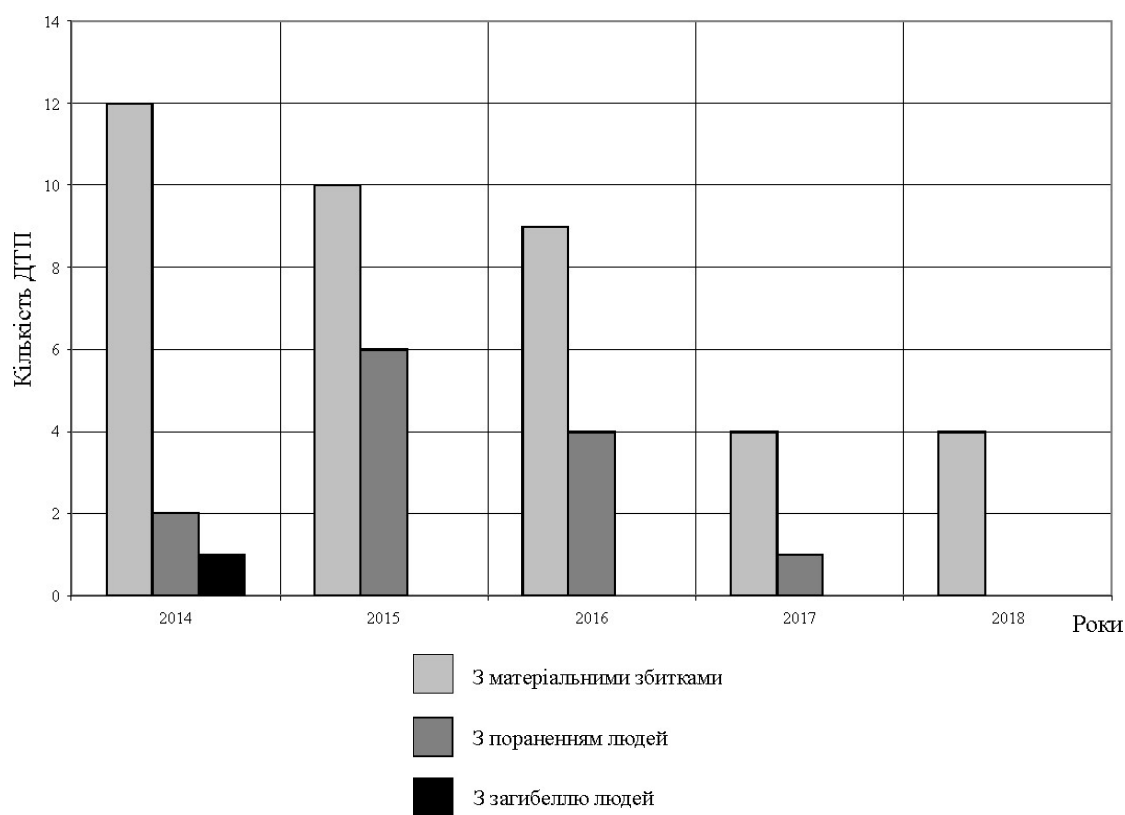


Рисунок 1.21 – Сумарна кількість ДТП на ділянці проспекту Моторобудівників за певний рік

Аналіз ДТП за видами та причинами наведений в таблицях 1.5 та 1.6 та на рисунках 1.22-1.24 та 1.25-1.27 відповідно.

Таблиця 1.5 – Аналіз ДТП за видами.

Назва перехрестя	Розподіл ДТП за видами		
	Зіткнення	Наїзд на пішо- хода	Наїзд на стоя- чий транспорт
вул. Брюллова – просп. Моторобудівників	4-0-0	5-0-5	1-0-0
вул. Червона – просп. Моторобудівників	16-0-4	3-1-2	1-0-0

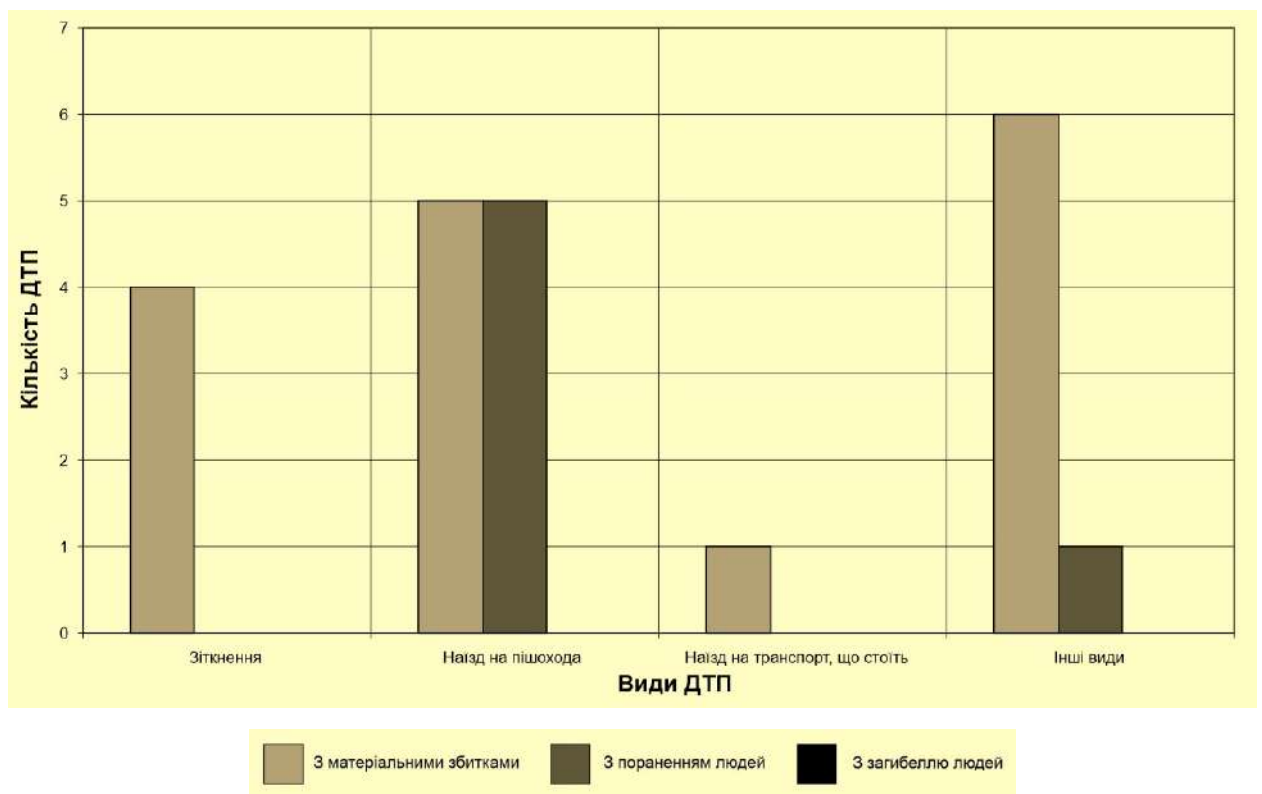


Рисунок 1.22 – Розподіл ДТП за видами на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова

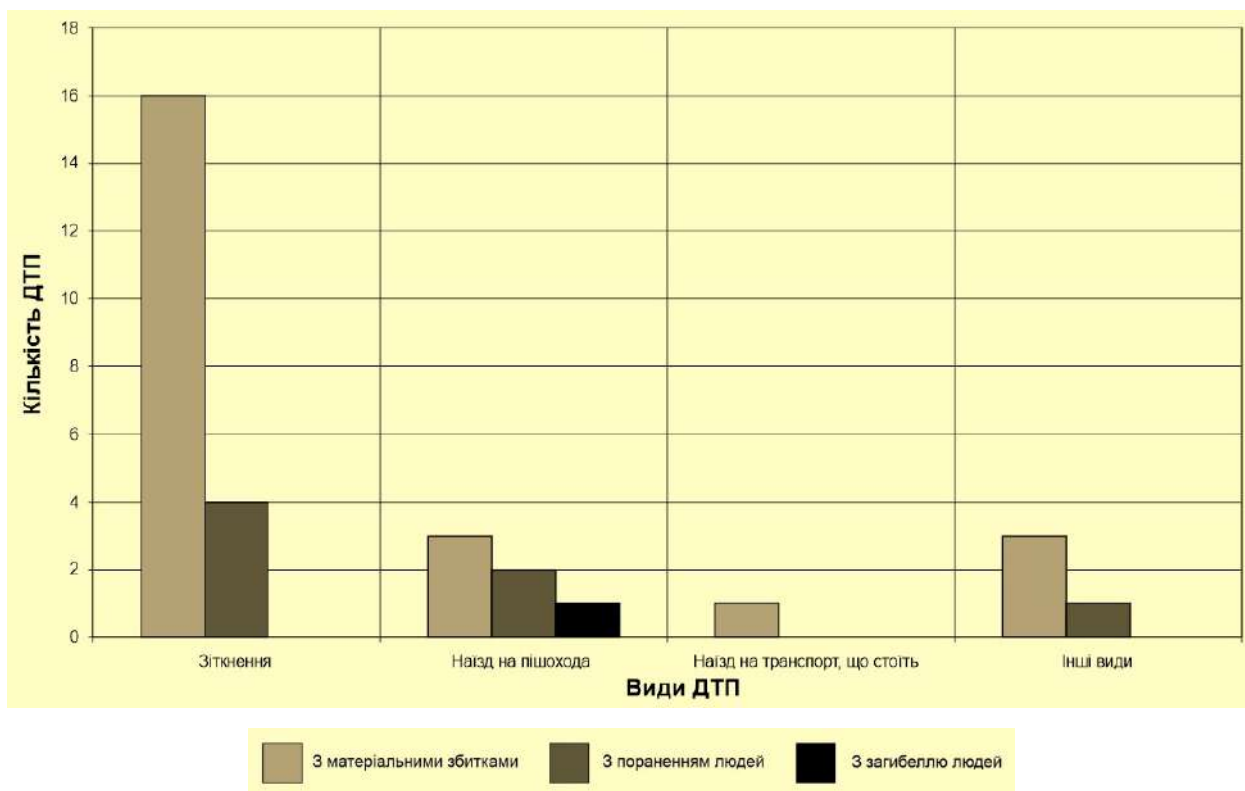


Рисунок 1.23 – Розподіл ДТП за видами на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною

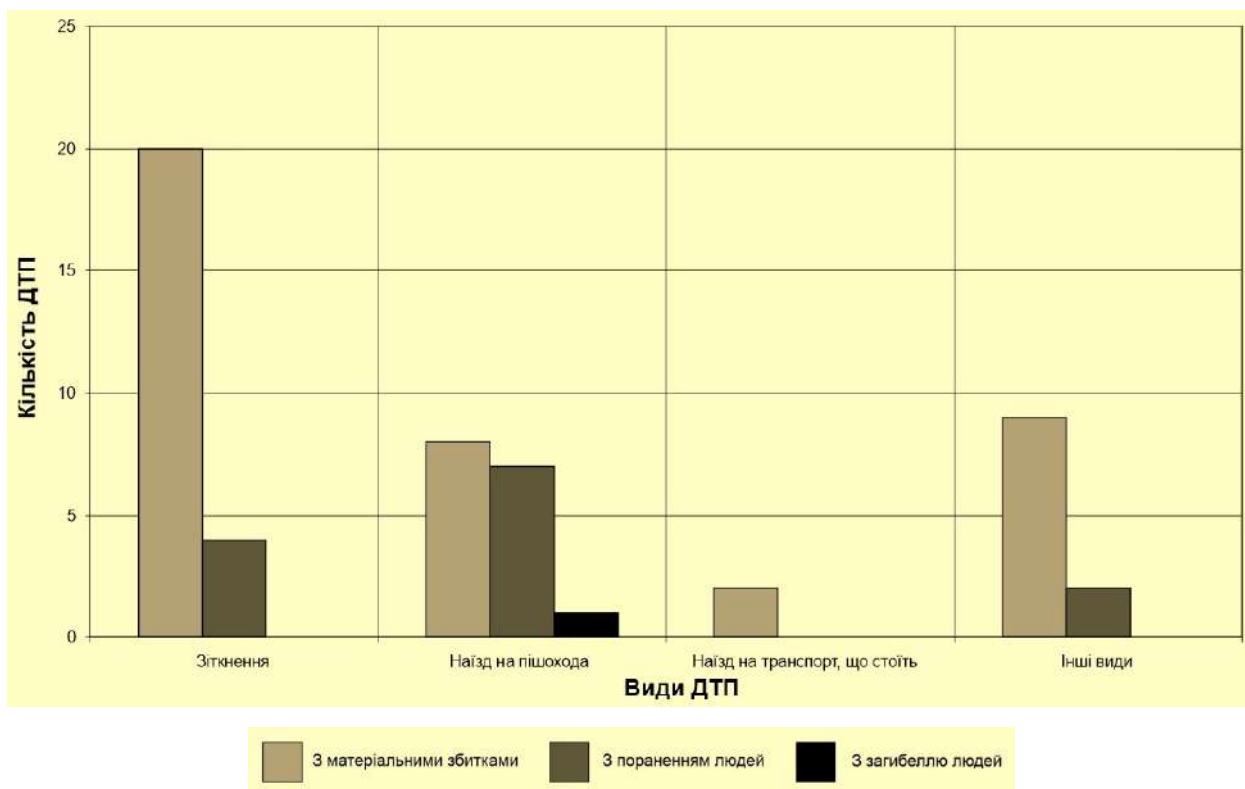


Рисунок 1.24 – Сумарний розподіл ДТП за видами на ділянці проспекту Моторобудівників

Таблиця 1.6 – Аналіз ДТП за причинами.

Назва перехрестя	Розподіл ДТП за причинами					
	Швидкість	Обгін	Ненадання пріоритету в	Ненадання пріоритету пі-	Порушення ПДР пішохо-	Маневрування
вул. Брюллова – просп. Моторобудівників	2-0-0	1-0-0	2-0-0	3-0-3	2-0-2	2-0-0
вул. Червона – просп. Моторобудівників	5-0-1	-	4-0-0	3-0-2	5-1-2	4-0-1

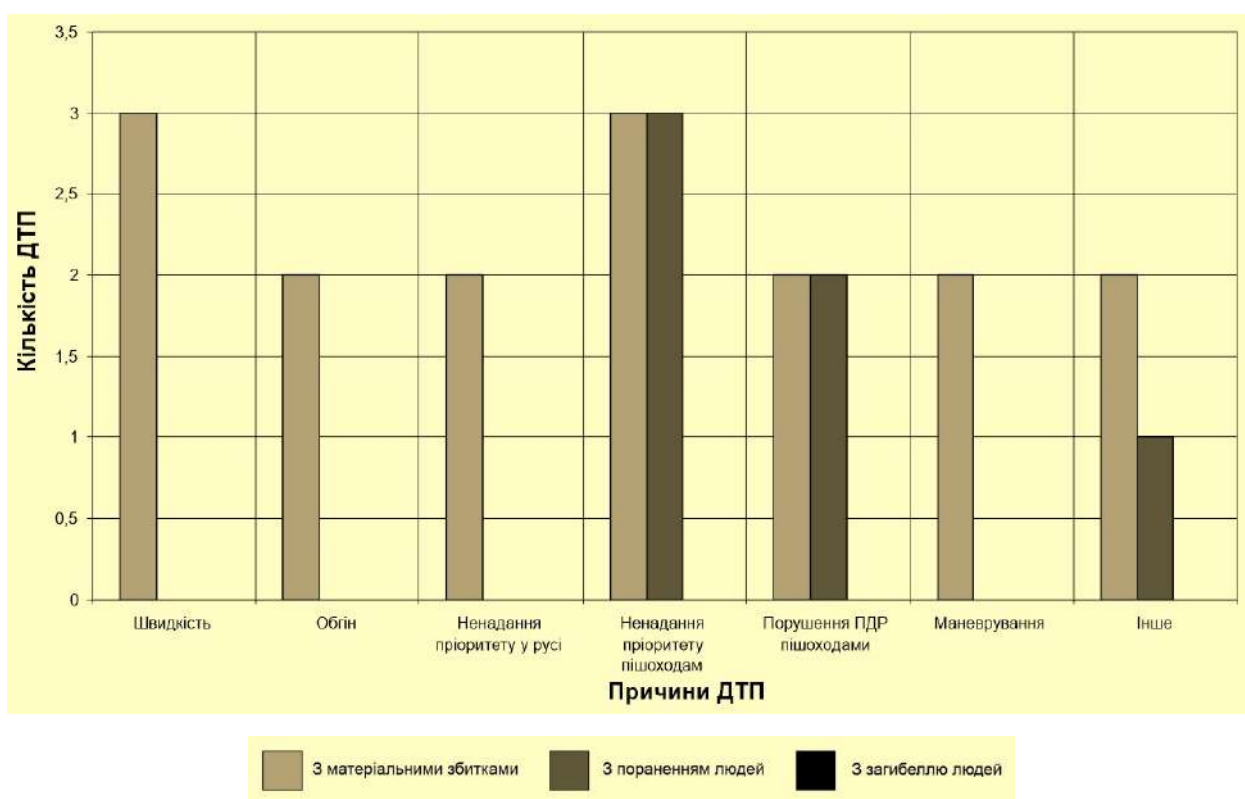


Рисунок 1.25 – Розподіл ДТП за причинами на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова

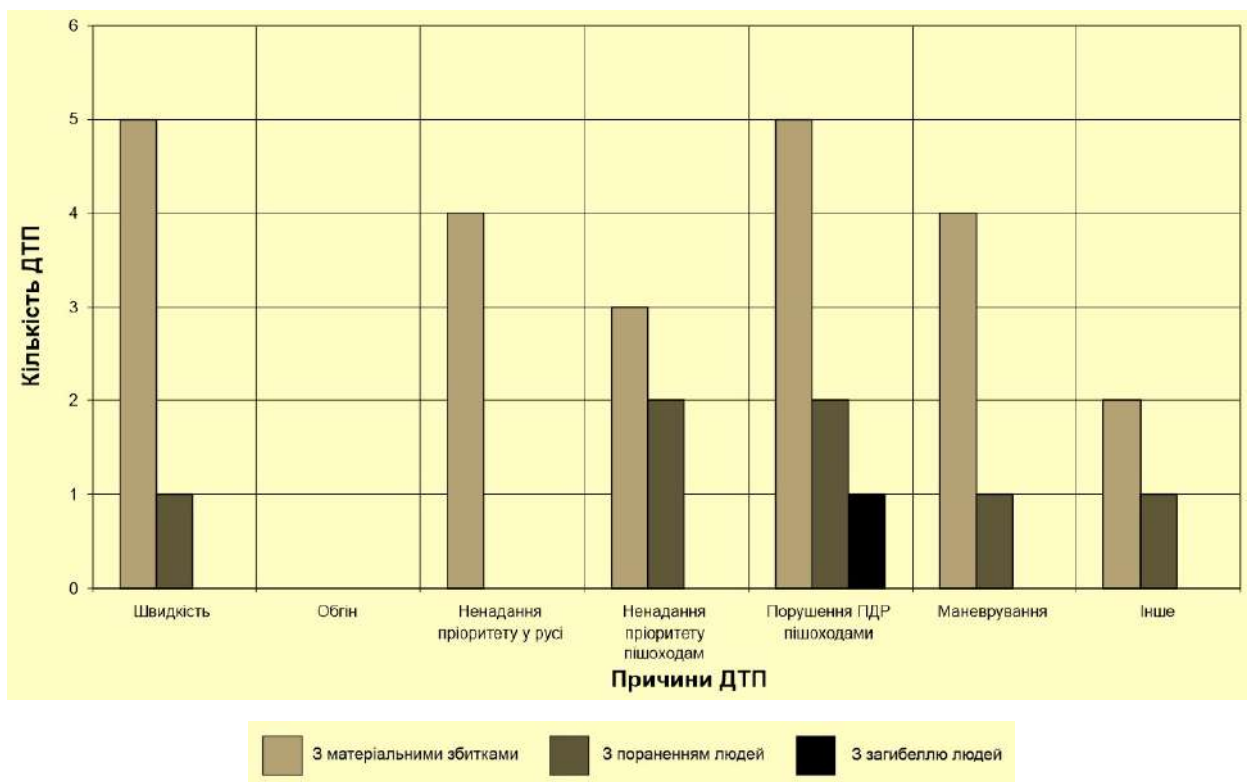


Рисунок 1.26 – Розподіл ДТП за причинами на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною

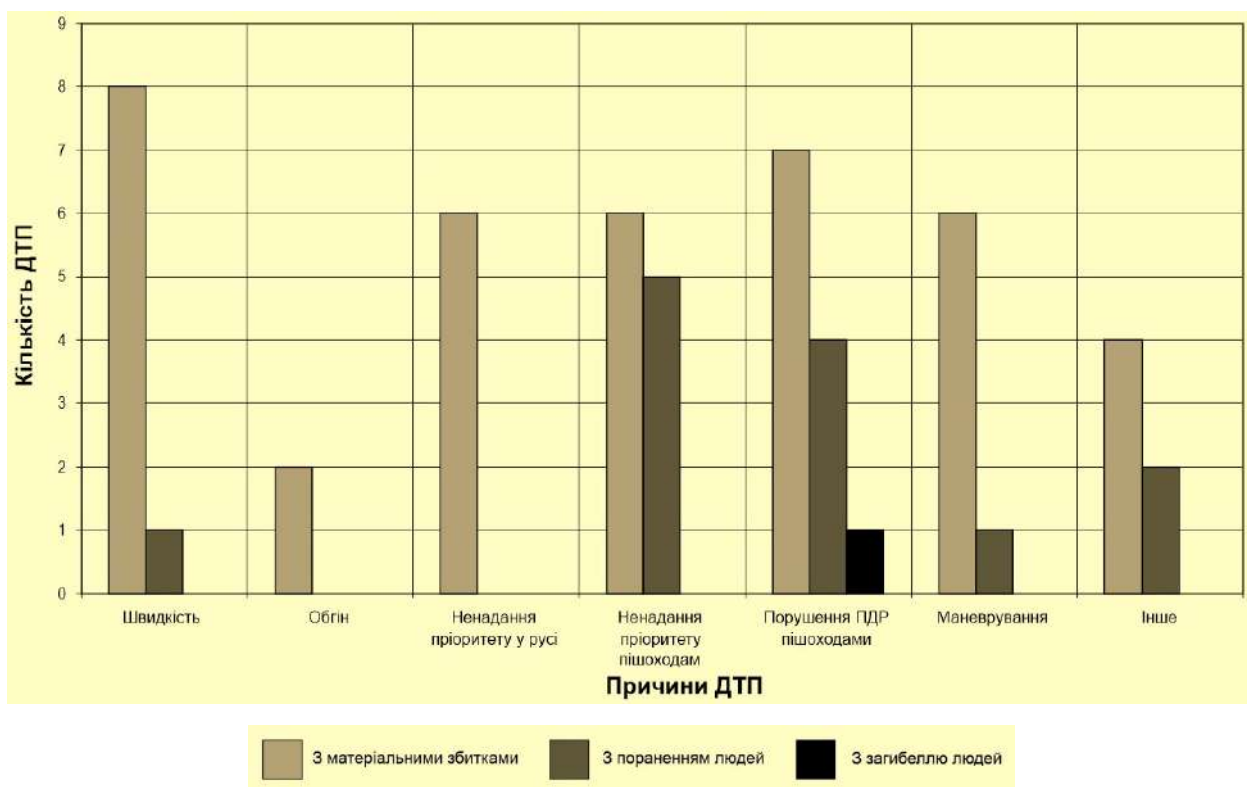


Рисунок 1.27 – Сумарний розподіл ДТП за причинами на ділянці проспекту Моторобудівників

Спираючись на дані таблиць 1.5-1.7 та рисунків 1.19-1.27 потрібно зазначити, що зіткнення та наїзд на пішохода були основними видами ДТП на ділянці проспекту Моторобудівників. Не можна стверджувати, що перехрестя на ділянці проспекту є дуже небезпечними, але й повністю безпечними їх назвати не можна.

1.7 Загальний аналіз недоліків організації руху автомобільного транспорту на об'єкті дослідження

Після ретельного аналізу організації дорожнього руху на ділянці проспекті Моторобудівників та всебічної оцінки існуючого рівня безпеки руху транспортних та пішохідних потоків, а також рівня організації руху маршрутного пасажирського транспорту були визначені певні недоліки:

- наявна невідповідність обладнання зупиночних пунктів маршрутного автомобільного транспорту існуючим інтенсивностям руху;
- відсутність спеціального майданчику для відстою автобусів та мікроавтобусів;
- вади в застосуванні технічних засобів організації дорожнього руху на протязі всієї ділянки проспекту Моторобудівників;
- низький рівень безпеки на трамвайних зупинках в районах вулиць Іванова та Копьонкіна;
- наявність на проспекті Моторобудівників двох перехресть з відносно великою кількістю ДТП, що негативно впливає на загальний рівень безпеки пасажирських перевезень.

Щоб видалити повністю ці недоліки або максимально знизити їх вплив з метою підвищення безпеки руху маршрутних транспортних засобів та пасажирів на ділянці проспекту Моторобудівників передбачається виконання ряду заходів:

- переобладнання усіх зупиночних пунктів автомобільного маршрут-ного транспорту на ділянці проспекту Моторобудівників з урахуван-ням існуючих обсягів руху та автобусного рухомого складу, що ви-користовується;
- підвищення безпеки на трамвайних зупинках, де це потрібно;
- підвищення безпеки руху на перехрестях проспекту Моторобудівни-ків з вулицями Брюллова та Червоною;
- демонтаж пішохідного визивного світлофору в районі центральної прохідної заводу «Мотор-Січ» та приведення до ладу підземного пі-шохідного переходу.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Заходи для підвищення рівня безпеки руху автобусів

2.1.1 Облаштування автобусних зупинок

Розташування зупиночних пунктів автобусів виконується згідно з цілим рядом вимог багатьох нормативних документів, основними з яких є [5-8].

За визначення місць розташування зупинок відповідають підприємства міського електротранспорту та автомобільного транспорту, які виконують пасажирські перевезення територією певного населеного пункту [8].

Загальна класифікація зупинок міського транспорту наступна [8]:

- а) за видом маршрутного транспорту:
 - автобусні;
 - трамвайні;
 - тролейбусні;
 - суміщені;
- б) за типом маршрутних транспортних засобів:
 - звичайні;
 - зчленовані;
 - здвоєні;
 - трьохвагонні;
- в) за кількістю маршрутних транспортних засобів, які можуть здійснювати висадку і посадку пасажирів одночасно:
 - одиночні;
 - подвійні;
- г) за характером використання зупинки:
 - постійні - зупинки, де на протязі всього робочого часу зупиняються маршрутні транспортні засоби;

- тимчасові - зупинки, які використовуються маршрутними транспортними засобами виключно в обумовлені заздалегідь періоди часу;
 - на вимогу - зупинки, де зупиняються маршрутні транспортні засоби на вимогу пасажирів чи коли на зупинці є пасажир;
- д) за розташуванням зупинки на маршруті:
- кінцеві;
 - проміжні.

На ділянці проспекті Моторобудівників зупинки для автомобільного маршрутного транспорту є автобусними для звичайних транспортних засобів, подвійними, постійними та кінцевими (для маршрутів, які закінчуються біля центрального ринку) і проміжними.

Для трамваїв зупинки є трамвайними для звичайних та здвоєних транспортних засобів, одиночними, постійними та проміжними.

Одиночні зупинки обладнують, виходячи із інтенсивності руху маршрутних транспортних засобів. Така інтенсивність для одиночної зупинки не повинна перевищувати 30 одиниць за годину спостереження. При обслуговуванні кількох маршрутів одного виду транспорту й при інтенсивності транспортних засобів більшої за 30 одиниць за годину спостереження улаштовуються подвійні зупинки [8].

Площа зупиночного пункту будь-якого міського транспорту поділяється на посадочний майданчик для очікування пасажирів й місце безпосередньої зупинки маршрутного транспортного засобу.

Місце встановлення дорожнього знаку, який позначає початок зупиночного пункту, повинно відповідати вимогам [6].

Геометричні параметри посадочного майданчику для пасажирів залежать від декількох важливих факторів і наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Геометричні параметри посадочного майданчику [8]

Типи транспортних засобів, які використовують зупинку	Довжина майданчику, м	
	одиночна зупинка	подвійна зупинка
звичайні	20	35
зчленовані	25	45
здвоєні	35	65
трьохвагонні	50	-

Фактична довжина посадочного майданчику зупиночного пункту залежить від розміру найдовшого транспортного засобу, який може використовувати цей зупиночний пункт. Фактична ширина посадочного майданчику зупиночного пункту залежить, в свою чергу, не від параметрів транспортних засобів, а від інтенсивності пасажирообороту цього зупиночного пункту. Також на ширину впливає час очікування пасажирями можливості здійснення посадки. Нормативами передбачена мінімальна ширина посадочного майданчику зупиночного пункту в 1,5 м [8].

Посадочний майданчик зупиночного пункту для автобусних транспортних засобів улаштовується вище проїжджої частини дороги чи вулиці на 20 см.

Зупинка автобусних чи тролейбусних транспортних засобів може здійснюватися на проїжджій частині без її розширення, чи з улаштуванням такого розширення, тобто у вигляді придатної для руху «кишені» для заїзду транспортних засобів. Ширина такого пристрою залежить від геометричних параметрів транспортних засобів, які використовують такий зупиночний пункт, і коливається в межах 3,5 - 4,0 м. Ширина «кишені» може дорівнювати 3 м в умовах щільної забудови, особливо в старих частинах населених пунктів, та за наявності складного рельєфу [8].

В разі обладнання зупиночного пункту розширенням проїжджої частини у вигляді описаних вище «кишень», на такому зупиночному пункті передбачається улаштування перехідних ділянок на вході та виході до зупиночного

пункту. Розміри таких перехідних ділянок також регламентовані й в нормальних умовах дорівнюють 20 м на вході до зупиночного пункту та 15 м – на виході з нього. Якщо ж умови складні, то довжина перехідних ділянок з обох боків зупиночного пункту може дорівнювати 10 м, але не менше. Відсутність перехідної ділянки на вході можлива тільки в разі розташування зупиночного пункту безпосередньо за перехрестям. В такому разі посадочний майданчик зупиночного пункту розташовується через 10 м після пішохідного переходу, а «кишеня» не має перехідної ділянки на вході взагалі. Довжина самої «кишені» виконується більшою за довжину посадочного майданчику, додаючи до неї по 5 м з кожного боку [8].

Є ряд вимог до поверхонь посадочних майданчиків та покриттів «кишень». Так посадочні майданчики улаштовують з обов'язковими поперечними ухилами в розмірі 10 - 15 % у бік проїжджої частини для самостійного очищення майданчику від вологи під час опадів. Дорожнє покриття «кишені» також улаштовується з ухилом в розмірі 15 - 20 % у бік вже основної проїжджої частини вулиці чи дороги [8].

Враховуючі перелічені вище вимоги до облаштування зупиночних пунктів маршрутних транспортних засобів, всі зупинки міського автобусного транспорту для обох напрямів руху на проспекті Моторобудівників будуть мати загальну схему, яка наведена на рисунку 2.1.

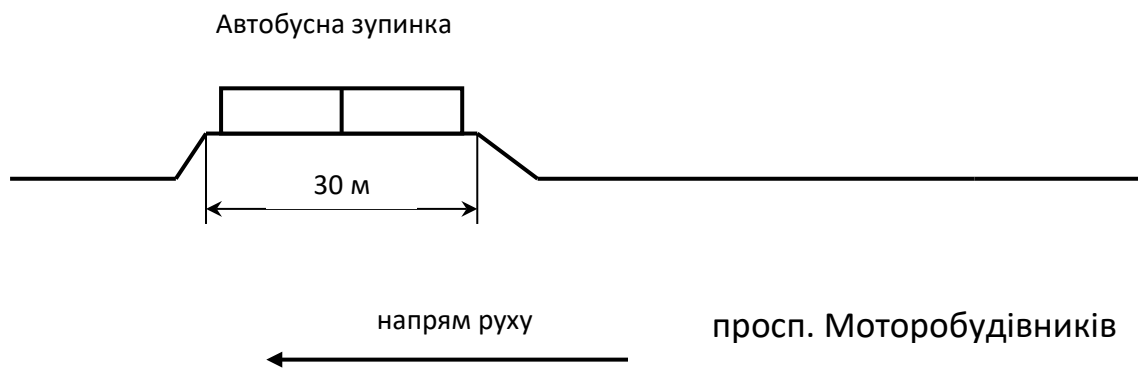


Рисунок 2.1 – Автобусний зупиночний пункт на проспекті Моторобудівників

Відповідно до рисунку 2.1 площа такого зупиночного пункту становить, м^2 [9]:

$$S_{\kappa} = L_{\text{пл}} \cdot B_{\text{пл}} + \frac{L_n^1 \cdot B_n^1}{2} + \frac{L_n^2 \cdot B_n^2}{2}, \quad (2.1)$$

де $L_{\text{пл}}, B_{\text{пл}}$ – геометричні розміри (довжина та ширина відповідно) посадочного майданчику зупиночного пункту, м;

$L_n^1, B_n^1, L_n^2, B_n^2$ – геометричні розміри перехідних ділянок (довжина та ширина відповідно) на вході до «кишені» (1) та на виході з неї (2), м.

Площа одного зупиночного пункту для автобусного пасажирського транспорту на проспекті Моторобудівників становить:

$$S_{\kappa} = 30 \cdot 4 + \frac{5,5 \cdot 4}{2} + \frac{3 \cdot 4}{2} = 137 \text{ м}^2.$$

Згідно досліджень стану зупиночних пунктів на ділянці проспекту Моторобудівників переобладнувати потрібно 5 зупинок. За таких умов загальна площа переобладнання становитиме 685 м^2 . Це число знадобиться для урахування цих робіт в економічній частині роботи.

Існує декілька вимог до місці розташування зупиночного пункту маршрутного транспорту стосовно його потенційної безпеки, основними з яких є [9]:

- забезпечення зручного й безпечного підходу від зупиночного пункту до основних місць притягнення пасажиропотоків;
- забезпечення відсутності зниження пропускної спроможності вулиці чи дороги під впливом зупиночного пункту або забезпечення мінімальності такого впливу;

- забезпечення відсутності взаємних перешкод для пасажирських транспортних засобів різних видів транспорту;
- забезпечення зручності процесу пересадки пасажирів між різними видами пасажирського транспорту або різними маршрутами;
- забезпечення високого рівня безпеки дорожнього руху в межах зупиночного пункту.

Також є суттєві вимоги щодо відстаней між зупинками та відстаней підходів пішохідними шляхами до них. В таблиці 2.2 наведені дані щодо таких підходів.

Таблиця 2.2 – Нормативні значення пішохідних підходів до зупинок [5]

Місце розташування зупиночного пункту	Довжина підходу, м
центр значного населеного пункту	250
багатоповерхова забудова житлового району	500
одноповерхова забудова житлового району:	
великі, значні й найзначніші міста	600
малі та середні міста	800
виробничі та складські райони	400 (від прохідної)
зони відпочинку та спортивні об'єкти	800 (від входу)

Відстань між зупиночними пунктами маршрутних транспортних засобів залежить також від режимів обслуговування цих маршрутів. Так для звичайного режиму роботи транспортних засобів на маршруті відстань між зупинками повинна бути в межах від 400 м до 600 м. Ця ж відстань для експресного режиму роботи становитиме від 800 м до 1200 м [5].

В ідеальних умовах зупиночні пункти розташовуються на прямих рівних ділянках вулиць та доріг, або на ділянках з невеликим позовжнім ухилом до 30 %. За неможливості виконати зазначені вище умови розташування зупиночного пункту допускається його розташування на кривих ділянках вулиць та

доріг, які мають значення радіусу кривизни більше за 100 м. Також зупиночний пункт за наявності складного рельєфу може бути розташований на ділянках з повздовжнім ухилом до 40 % [5].

Фактичне розташування кожного зупиночного пункту є окремою задачею, при вирішенні якої потрібно враховувати наявне планування вулично-дорожньої мережі та розташування на ній перехресть, ширину проїжджої частини, наявність та геометричні розміри тротуарів та пішохідних доріжок, фактичні умови руху транспортних та пішохідних потоків, їх інтенсивності. При цьому також дуже важливим є забезпечувати при цьому відповідний рівень безпеки дорожнього руху взагалі [9].

Всі зупиночні пункти повинні бути позначеними відповідним чином із застосуванням дорожніх знаків відповідно до вимог [6]. Такі Дорожні знаки в населених пунктах можуть закріплюватися до розтяжок контактних транспортних мереж, на окремих стойках чи за допомогою кронштейнів на опорах освітлення чи інших об'єктах. Геометрія розташування знаків відносно проїжджої частини також регламентована вимогами [6].

Також на самі зупиночні пункти та на певній відстані до та після них з метою ліпшого їх позначення та виділення із загальної проїжджої частини може використовуватись дорожня розмітка у відповідності до вимог [7].

Отже, при поліпшенні організації руху маршрутного пасажирського транспорту на ділянці проспекту Моторобудівників будуть враховані за можливості усі вище означені вимоги.

Для позначення місць автобусних зупинок, там де їх нема, будуть встановлені дорожні знаки, показані на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Дорожній знак 5.45.1 «Пункт зупинки автобуса».

2.1.2 Розрахунок параметрів та облаштування автобусної стоянки

Передбачається обладнання місць для стоянок маршрутного автомобільного транспорту на час між рейсами біля центрального міського ринку на паркані по вулиці Деповська.

Система паркування біля тротуарів на проїжджій частині вулиць з невеликим трафіком є найбільш поширеною формою стоянки. Цей вид паркування має свої переваги та недоліки. Однією з головних переваг є можливість залишити транспортний засіб неподалік від місця призначення, що дозволяє економити час. Крім того, не потрібно витрачати час на додаткове маневрування для в'їзду на стоянку поза вулицею. Ще однією перевагою є більш раціональне використання міської території, оскільки для маневрування автомобілем використовується проїжджа частина вулиці.

Однак такий тип паркування має і свої недоліки, які можуть включати ускладнений рух на вулиці через стоянку транспорту, а також обмежений простір для паркування в разі великої кількості автомобілів. Також на вулицях з наявним рухом маршрутних транспортних засобів стоянки автомобілів на першій смузі повздовж узбіччя стають перешкодою для їх нормального та безпечного руху.

На проспекті Моторобудівників в районі ринку інтенсивність транспортного потоку середня, але цей спосіб утворення стоянки не підходить з причин практичної недостатчі необхідної площі. Потрібно виділення та облаштування спеціалізованого майданчику поза межами проїжджої частини проспекту Моторобудівників.

Щоб визначитися з місцем розташування спеціалізованого майданчику для відстою автобусів, потрібно визначити його необхідну площу, яка, в свою чергу, залежить від кількості автобусів, які одночасно будуть використовувати такий майданчик та від їх геометричних параметрів.

Організація відстоювання автобусів фактично залежить від їх кількості на протязі доби та тривалості простою одного автобусу на стоянці [9].

Кількість автобусів можливо отримати натурними спостереженнями.

Надходження одиниць транспорту до стоянки є пуасоновським процесом, де вірогідність прибуття k автобусів до стоянки за період часу t можливо розрахувати наступним чином [9]:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (2.2)$$

де λ – кількість автобусів, які надходять на стоянку.

Будь-яку автомобільну стоянку (в тому числі й стоянку для відстою автобусів між рейсами) можна розглядати як систему масового обслуговування з обмеженими можливостями. В такій системі одне місце на стоянці відповідає одному каналу обслуговування. Автобуси ж, які приїжджають до стоянки для відстою між рейсами, представляють в цій системі потік вимог. В такому разі загальна кількість місць стоянки на спеціалізованому майданчику в системі представляється загальною кількістю каналів обслуговування.

Використовуючи такий підхід та теорію масового обслуговування стає можливою кількісна оцінка якості обслуговування, тобто якості використання спеціалізованого майданчику для відстою автобусів.

Якщо розглядати спеціалізований майданчик як систему масового обслуговування, то це система з відмовами і її основна особливість полягає в тому, що будь-яка вимога (автобус, який потребує відстою), при потраплянні в систему (до спеціалізованого майданчику) обслуговується зразу ж (займає місце на майданчику) або отримує відмову (майданчик зайнятий, відстій на ньому неможливий).

Щоб оцінити таку систему використовується формула Ерланга, тобто вірогідність, що k каналів зайняті (на k місцях майданчику вже відстоюються автобуси), можливо розрахувати наступним чином [9]:

$$P_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{k!}}{\sum_{k=0}^n \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}, \quad (2.3)$$

де n – кількість каналів (загальна кількість місць на майданчику);

$\mu = \frac{1}{t_{обсл}}$ – теоретичний параметр обслуговування системи;

$t_{обсл}$ – середня тривалість займання каналу (середня тривалість відстою автобуса на майданчику), хв.

В такому випадку вірогідність, що всі канали вільні (на майданчику немає жодного автобуса) можливо розрахувати наступним чином [9]:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}}, \quad (2.4)$$

де $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$ – також теоретичний параметр обслуговування системи.

Далі вірогідність, що всі канали зайняті (на майданчику немає жодного вільного місця для відстою автобусів) можливо розрахувати наступним чином [9]:

$$P_n = P_0 \frac{\alpha^k}{k!} . \quad (2.5)$$

За таких умов середню кількість зайнятих каналів (кількість зайнятих автобусами місць стоянки на майданчику) можливо розрахувати наступним чином [9]:

$$N_z = \sum_{k=1}^n \frac{\alpha^k}{(k-1)!} P_0 . \quad (2.6)$$

І тоді середню кількість вільних каналів (кількість вільних місць для стоянки автобусів на майданчику) можливо розрахувати наступним чином [9]:

$$N_0 = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k (n-k)}{k!} P_0 . \quad (2.7)$$

Вихідні дані для такого розрахунку були отримані натурними спостереженнями й наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку необхідної кількості місць на майданчику відстою автобусів

№	Параметр	Значення
1	Кількість автобусів, яка надходить за годину	32
2	Середня тривалість відстою 1 автобуса, хв.	20

Для розрахунків використовувалося спеціалізоване програмне забезпечення для отримання характеристик систем масового обслуговування різного типу. Результатом стала величина оптимальної кількості каналів обслуговування (кількість місць для стоянки на майданчику для відстою автобусів), яка за умовами таблиці 2.3 має значення – 6. Отже, спеціалізований майданчик для відстою автобусів між рейсами повинен бути спроектований для одночасного відстою шести автобусів.

Типи транспортних засобів, які використовуються на пасажирських перевезеннях маршрутами, що закінчуються та починаються в районі Центрального міського ринку на проспекті Моторобудівників, наведені в таблиці 1.3. В основному це мікроавтобуси Mercedes Sprinet, БАЗ 2205 та ін. Середні габаритні розміри таких невеличких автобусів становлять близько 6820 x 2160 мм. Відповідно для зберігання шести автобусів необхідна площа розміром в 89 м².

Враховуючи необхідність зазорів між автобусами при стоянці та необхідність додаткової площі для маневрування та використовуючи рекомендації [9] приймаємо загальну площу спеціалізованого майданчику рівній 144 м².

Цей майданчик передбачається розташувати по вулиці Деповській.

На рисунку 2.3 наведена схема організації дорожнього руху на ділянці проспекту Моторобудівників біля Центрального ринку із зазначенням місця розташування спеціалізованого майданчику для відстою автобусів між рейсами.

2.2 Підвищення безпеки зупиночних пунктів трамваїв

Безпека руху трамваїв залежить від того, як розташовані їх колії по відношенню до проїжджої частини дороги. Треба відмітити, що практично на всьому протязі проспекту Моторобудівників трамвайні колії відокремлені від проїжджої частини. Виключення складають два місця – перехрестя з вулицею Іванова та зупинка біля вулиці Копьонкіна при русі в бік вулиці Іванова.

Перехрестя проспекту Моторобудівників та вулиці Іванова є дуже складним за своєю конфігурацією. Взагалі це перехрестя є одним з центральних перехресть Шевченківського району міста Запоріжжя. Саме тому інтенсивність руху на ньому значна майже на протязі всього світлого часу доби. Крім цього на перехресті сходяться два трамвайні шляхи.

Зупинки трамваїв в обидва напрямки розташовані посередині проїжджої частини. Таке розташування трамвайних зупинок при значній інтенсивності руху транспортних потоків є дуже небезпечним. При можливості слід уникати подібного розташування трамвайних зупинок, переносити трамвайні колії з проїжджої частини. Але подібна реконструкція в існуючих умовах забудови біля перехрестя проспекту Моторобудівників з вулицею Іванова не можлива без реконструкції схеми руху на самому перехресті та без значного його розширення. Тому ця задача в рамках цієї роботи розглядатися не буде в силу впливу на режими руху не тільки проспектом Моторобудівників.

Отже, потрібно запропонувати заходи з підвищення безпеки руху на цієї ділянці без реконструкції існуючої вулично-дорожньої мережі.

Зупинка трамваїв, що розглядається, позначена знаками 5.46.1 «Пункт зупинки трамвая», розташованими на розтяжках над проїжджою частиною дороги у відповідності вимог [6].

Ширина проїжджої частини така, що нажаль неможлива реконструкція зупинки шляхом утворення посадочних майданчиків, які були б не придатні для руху автомобільних транспортних засобів. Тому пропонується на довжину

зупинок трамваїв та шириною 1,2 м нанесення горизонтальної розмітки 1.16.2 для позначення посадочних майданчиків. Це дозволить виділити зони посадки-висадки пасажирів з трамваїв, чим досягти підвищення безпеки руху на цій ділянці вулично-дорожньої мережі.

Трамвайні шляхи в районі перехрестя проспекту Моторобудівників з вулицею Копьонкіна розташовані в безпосередній близькості до проїжджої частини дороги. Таким чином, на зупинці при русі в бік вулиці Іванова посадка та висадка пасажирів виконується безпосередньо на проїжджу частину. Ситуація ускладнюється ще й тим, що в нормальних умовах рух автомобільного транспорту виконується по ходу трамвая, і пасажирів звикли очікувати небезпеку з правого боку, виходячи з вагонів. На цієї ж зупинці небезпека з'являється з лівого боку, і пасажирів її не очікують.

Для вирішення цієї проблеми пропонується звуження проїжджої частини дороги та реконструкція посадочного майданчику з обладнанням його непридатним для руху автомобільного транспорту. Таким чином, пасажирів, які очікують трамваїв або виходять з них, будуть захищені від транспортного потоку.

Але для подібної реконструкції потрібно звуження проїжджої частини дороги. Отже, необхідно перевірити, чи можливо це зробити.

Пропонується обладнання посадочного майданчику, що не придатний для руху автомобілів на довжину зупинки трамвая (30 м) та шириною 2 м.

Ширина проїжджої частини на цій ділянці проспекту Моторобудівників складає 15,5 м, тобто по дві смуги руху в кожному напрямку. При чому крайні праві смуги мають ширину 4 м.

Після утворення майданчику загальна ширина проїжджої частини становитиме 13,5 м. Для того, щоб спростити орієнтування водіїв, пропонується проводити звуження проїжджої частини тільки для одного напрямку руху – для того, де з'являється посадочний майданчик. Тобто в цьому напрямку залишиться тільки одна смуга руху. Необхідно перевірити її пропускну здатність і порівняти з існуючою інтенсивністю руху.

Згідно п. 1.2.1 інтенсивність руху проспектом Моторобудівників в цьому напрямку на цій ділянці складає 242 авт/год. Потрібно враховувати, що у вихідні дні можливе значне збільшення інтенсивності руху за рахунок роботи центрального ринку. Отже приймаємо за необхідне пропустити транспортний потік інтенсивністю 500 авт/год.

Для визначення пропускної спроможності смуги руху потрібно визначити швидкість транспортного потоку на цій ділянці дороги.

Аналогічно описаним дослідженням швидкості потоку (див. п. 1.2.3) виконуємо вимірювання швидкості руху автомобілів. Результати вимірювань зведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розподіл швидкостей руху проспектом Моторобудівників в районі вулиці Копьонкіна

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість вимірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
10-15	12,5	4	0,01639344	0,016393
15-20	17,5	9	0,03688525	0,053279
20-25	22,5	12	0,04918033	0,102459
25-30	27,5	31	0,12704918	0,229508
30-35	32,5	36	0,14754098	0,377049
35-40	37,5	54	0,22131148	0,598361
40-45	42,5	47	0,19262295	0,790984
45-50	47,5	29	0,11885246	0,909836
50-55	52,5	19	0,07786885	0,987705
55-60	57,5	7	0,02868852	1

Значення середньої швидкості руху проспектом Моторобудівників в районі вулиці Копьонкіна за формулою (1.2):

$$\bar{V} = \frac{8897.5}{244} = 39.7 \text{ км/год} = 11,03 \text{ м/с.}$$

Пропускна спроможність смуги руху за формулами (1.3, 1.4) складе:

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

$$A_c = \frac{3600 \cdot 11.03}{11.03 \cdot 1 + 0,16 \cdot 121.66 + 2 + 5} = 1059 \text{ авт/год.}$$

Як бачимо, отримане значення пропускної спроможності смуги дороги значно перевищує очікувану інтенсивність руху. Тому запропонована реконструкція зупинки трамваїв на проспекті Моторобудівників в районі перехрестя з вулицею Копьонкіна можливе.

Реконструкція потребує реорганізації руху на цій ділянці проспекту, яка вже була наведена раніше на рисунку 2.3.

2.3 Підвищення безпеки руху на ділянці проспекті Моторобудівників

Для підвищення безпеки руху проспектом Моторобудівників пропонується розробити заходи з організації руху в місцях з найбільшою кількістю дорожньо-транспортних пригод. Крім цього, доцільним бачиться зміна організації пішохідного руху в районі Центральної прохідної заводу «Мотор-Січ».

2.3.1 Заходи з підвищення безпеки руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова

Перехрестя проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова представляє собою стандартне Т-подібне перехрестя в одному рівні з кутом перетину вулиць майже 90°. Особливості організації дорожнього руху на перехресті наступні:

- обидві вулиці на підході до перехрестя мають стандартну двобічну організацію руху;
- в районі перехрестя проспект Моторобудівників має 4 смуги руху (по 2 смуги в кожному напрямку);
- вулиця Брюллова на підході до перехрестя має 2 смуги (по одній в кожному напрямку);
- перехрестя є регульованим за допомогою світлофорів;
- регулювання на перехресті організоване за двофазною схемою;
- має місце значний обсяг пішохідного руху через обидві вулиці.

Функціонуюча зараз схема організації руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова наведена на рисунку 2.4.

Виконавши ретельний аналіз організації руху на перехресті та параметрів роботи світлофорного об'єкту, можливо зазначити, що ці параметри повністю відповідають наявним обсягам руху транспорту та пішоходів. Регулювання руху на перехресті здійснюється в стандартний спосіб із двома фазами чередування напрямків руху й не потребує корегування.

Головна проблема безпеки руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова пов'язана із порушенням правил дорожнього руху пішоходами. Пішоходи іноді здійснюють рух проїжджою частиною у невідповідних для цього місцях. Також відсутність «кишені» для заїзду автобусів на зупинку викликає зайві маневри в транспортному потоці.

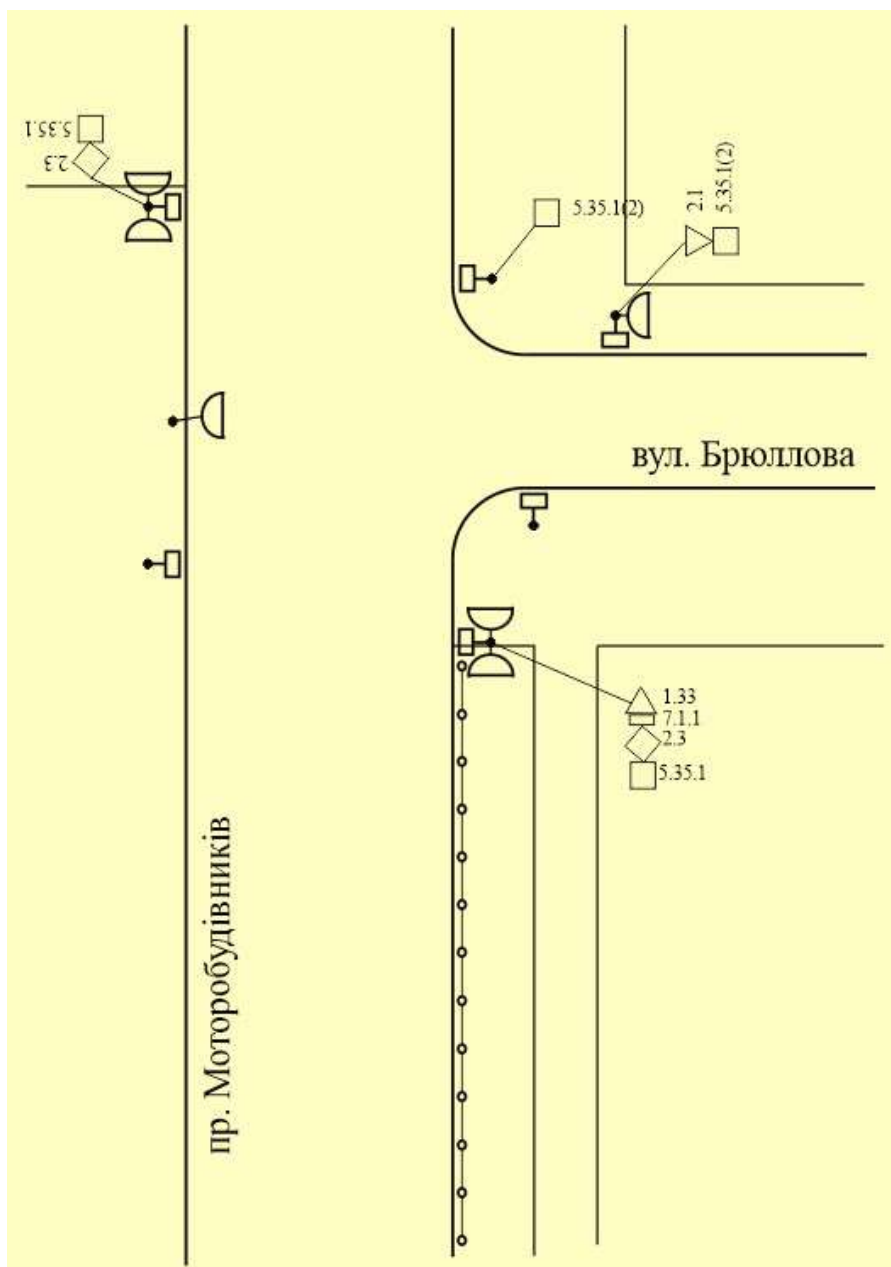


Рисунок 2.4 – Функціонуюча зараз схема організації руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова

З метою усунення зазначених вище недоліків та для підвищення загальної безпеки руху на перехресті в тому числі й для маршрутних транспортних засобів пропонується виконати кілька заходів:

- реконструювати зупинку автобусів при русі в сторону вулиці Червоної;
- поновити та навести дорожню розмітку 1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.12, 1.14.3;
- встановити додаткові дорожні знаки 5.35.1(2), 5.41;

- встановити спеціалізовану пішохідну огорожу для попередження виходу пішоходів на проїжджу частину та, де це заборонено.

Зазначені заходи реалізовані в новій схемі організації дорожнього руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова, яка наведена на рисунку 2.5.

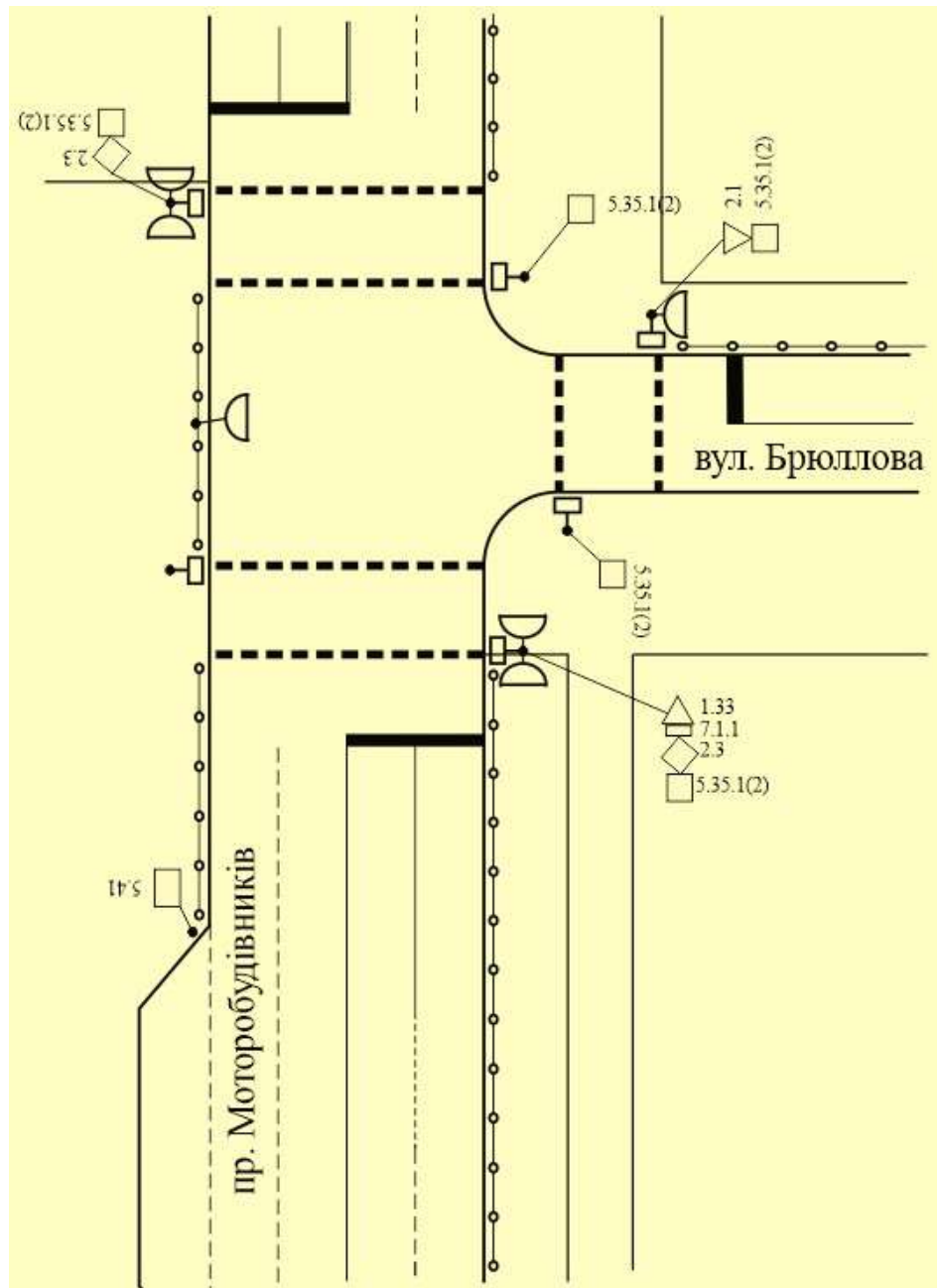


Рисунок 2.5 – Удосконалена схема організації руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Брюллова

2.3.2 Заходи з підвищення безпеки руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною

Перехрестя проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною представляє собою чотирьохбічне перехрестя в одному рівні з кутом перетину вулиць майже 90°. Особливості організації дорожнього руху на перехресті наступні:

- обидві вулиці на підході до перехрестя мають стандартну двобічну організацію руху;
- в районі перехрестя проспект Моторобудівників має 4 смуги руху (по 2 смуги в кожному напрямку);
- вулиця Червона на підході до перехрестя з одного боку має 4 смуги руху, з другого - 2 смуги;
- напрямок головної дороги змінюється з однієї вулиці на іншу;
- в межах перехрестя наявний рух трамваїв, шлях яких перетинає вулицю Червону;
- перехрестя є регульованим за допомогою світлофорів;
- регулювання на перехресті організоване за трьохфазною схемою;
- має місце значний обсяг пішохідного руху через обидві вулиці.

Функціонуюча зараз схема організації руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною наведена на рисунку 2.6.

Виконавши ретельний аналіз організації руху на перехресті та параметрів роботи світлофорного об'єкту, можливо зазначити, що ці параметри повністю відповідають наявним обсягам руху транспорту та пішоходів. Регулювання руху на перехресті здійснюється в стандартний спосіб із трьома фазами чередування напрямків руху й не потребує корегування.

Головна проблема безпеки руху, як і на попередньому перехресті, це порушення правил пішоходами та відсутність деяких дорожніх знаків та дорожньої розмітки.

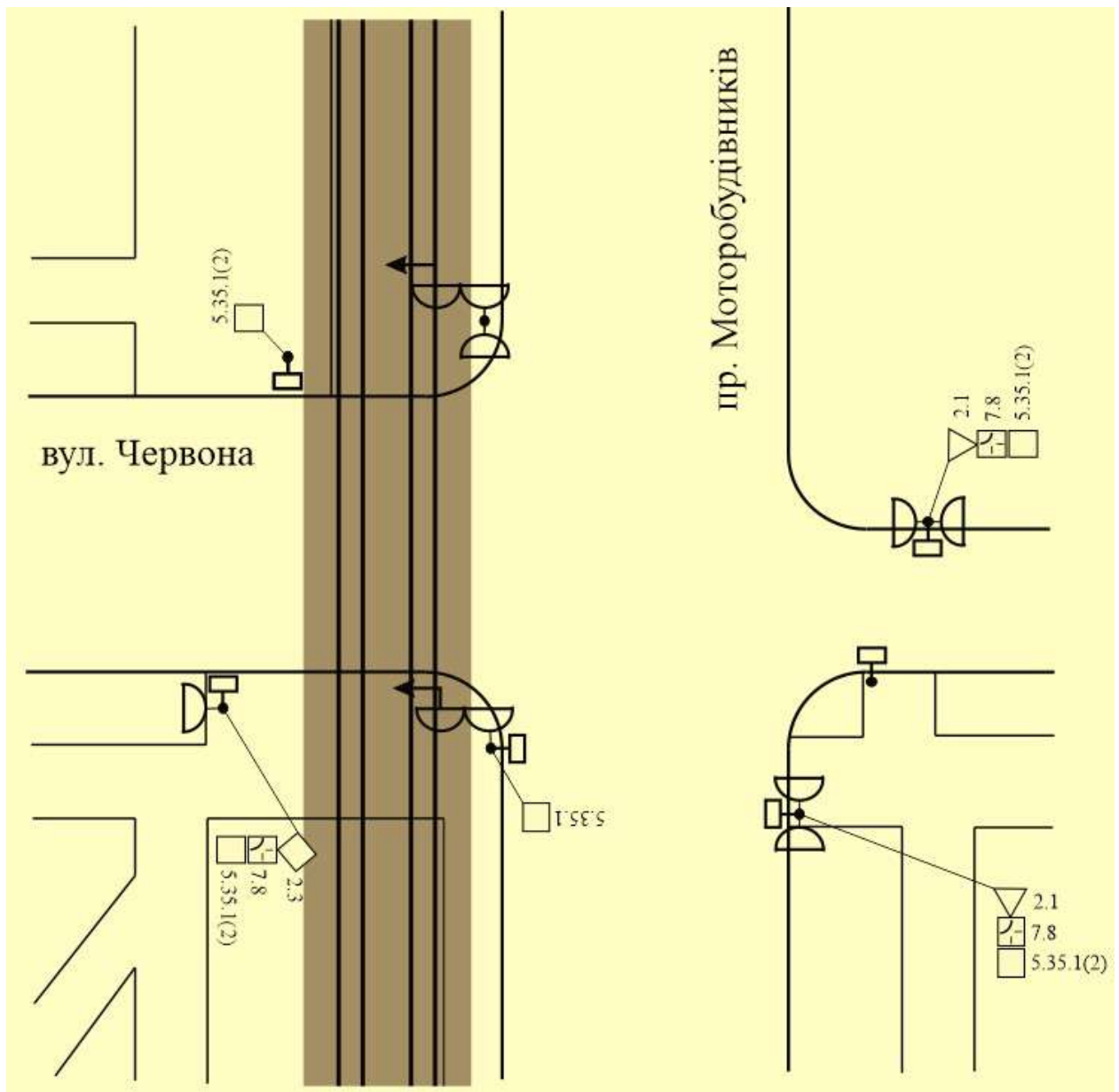


Рисунок 2.6 – Функціонуюча зараз схема організації руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною

З метою усунення зазначених вище недоліків та для підвищення загальної безпеки руху на перехресті в тому числі й для маршрутних транспортних засобів пропонується виконати кілька заходів:

- поновити та навести дорожню розмітку 1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.12, 1.14.3; 1.18;
- встановити додаткові дорожні знаки 5.18, 5.35.1(2), 5.41;
- встановити спеціалізовану пішохідну огорожу для попередження виходу пішоходів на проїжджу частину та, де це заборонено.

Зазначені заходи реалізовані в новій схемі організації дорожнього руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною, яка наведена на рисунку 2.7.

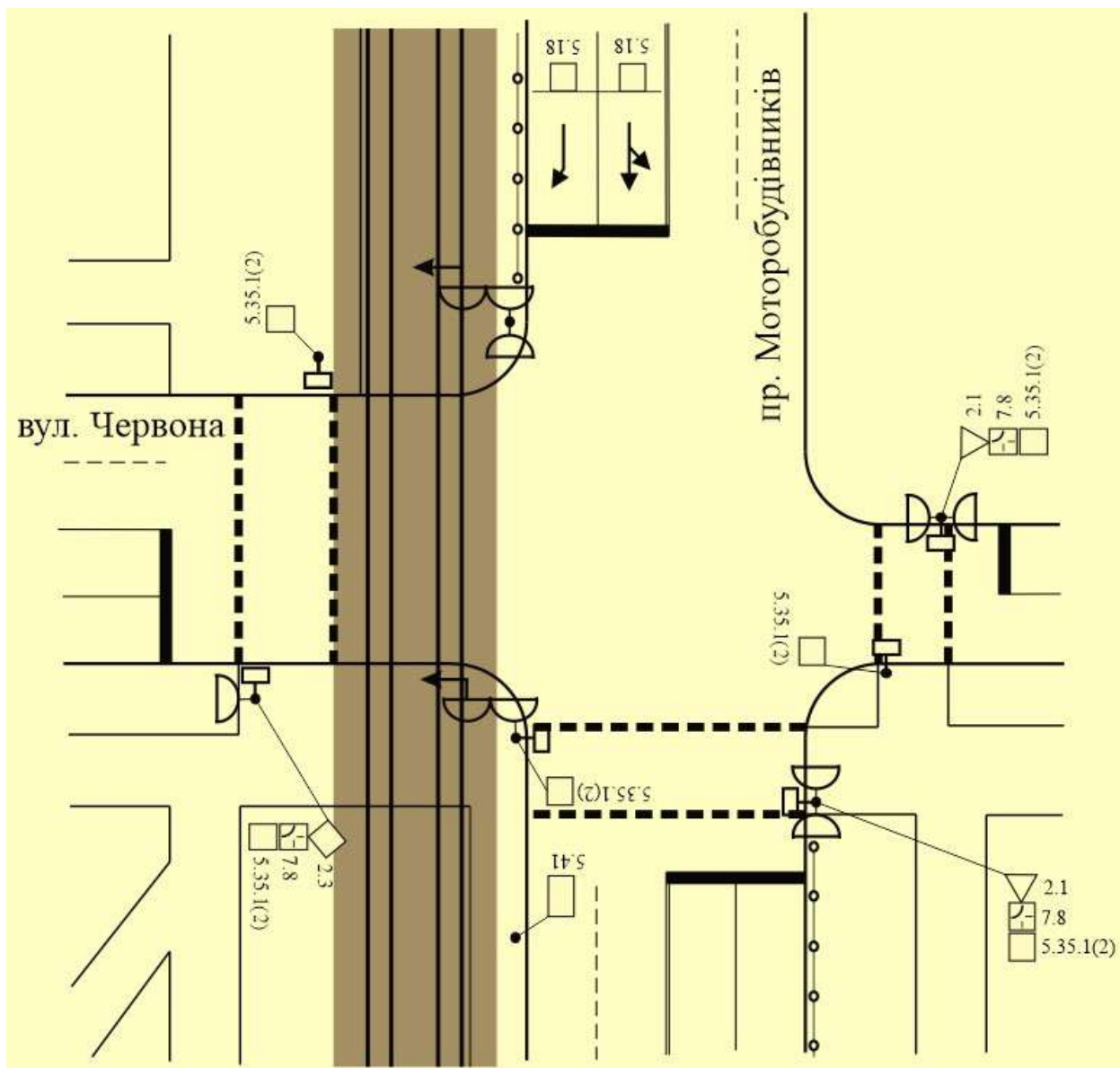


Рисунок 2.7 – Удосконалена схема організації руху на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Червоною

2.3.3 Реорганізація пішохідного руху через проспект Моторобудівників в районі центральної прохідної заводу «Мотор-Січ»

Одним з суттєвих недоліків організації пішохідного руху на проспекті Моторобудівників є використання в районі центральної прохідної заводу «Мотор-Січ» регульованого пішохідного переходу з визивним режимом роботи. Світлофорний об'єкт цього переходу створює затримки транспортних потоків, що рухаються проспектом, та спричиняє порушення правил дорожнього руху водіями маршрутних автомобільних засобів, що іноді здійснюють посадку пасажирів безпосередньо перед цим переходом.

Ці недоліки мають місце при наявності поза вуличного підземного переходу, який розташований в 50 метрах в бік вулиці Червона. Нажаль цей підземний перехід знаходиться в незадовільному стані та зачинений.

Отже, щоб позбутися недоліків організації руху, які описані вище, та забезпечити повну безпеку пішоходів при використанні позавуличного пішохідного переходу пропонується відремонтувати підземний пішохідний перехід та заборонити перехід проспекту Моторобудівників проїжджою частиною.

Потрібно розрахувати затримки руху транспортних потоків біля регульованого пішохідного переходу, щоб врахувати їх в економічній частині роботи.

Годинні витрати часу транспортних засобів на регульованому пішохідному переході розраховуються за формулою, с [4]:

$$T_c = N_a \cdot t_3, \quad (2.8)$$

де N_a – приведена інтенсивність руху транспортних потоків в обох напрямках в піковий період, од/год;

t_3 – час затримки одного автомобіля на переході, с.

Приведені інтенсивності руху наведені в п. 1.2.1.

Час затримки одного автомобіля приймемо $t_3 = 7,5$ с. Це половина фактичної довжини горіння зеленого сигналу для пропуску пішохідних потоків на цьому переході. Отже, вважатимемо, що на переході зупиняється кожний другий автомобіль, що проїжджає проспектом Моторобудівників.

За цих умов годинні втрати часу автомобілями на пішохідному переході, що розглядається, складуть:

$$T_z = 1338 \cdot 7,5 = 10035 \text{ с.}$$

Річні витрати часу транспортним потоком на переході розраховуються за формулою, с [4]:

$$T_p = 365 \cdot T_z \cdot 24 \cdot k_H, \quad (2.9)$$

де k_H – коефіцієнт нерівномірності руху впродовж доби (приймається $k_H = 0,1$).

$$T_p = 365 \cdot 10035 \cdot 24 \cdot 0,1 = 8790660 \text{ авт} \cdot \text{с} = 2442 \text{ авт} \cdot \text{год.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Реалізація низки заходів на ділянці проспекту Моторобудівників призведе до зменшення затримок транспорту та підвищення безпеки руху в тому числі й маршрутного пасажирського транспорту. Це буде мати певні економічні наслідки.

Розмір інвестицій для реалізації заходів на ділянці проспекту Моторобудівників складається з наступних елементів:

$$I = I_{zn} + I_z + I_{cm} + I_{nn} + I_{og}, \quad (3.1)$$

де I_{zn} – необхідний розмір інвестицій на придбання та встановлення нових дорожніх знаків, грн.;

I_z – необхідний розмір інвестицій на облаштування автобусних зупиночних пунктів, грн;

I_{cm} – необхідний розмір інвестицій на будівництво спеціалізованого майданчику для відстою автобусів між рейсами, грн.;

I_{nn} – необхідний розмір інвестицій на ремонт підземного пішохідного переходу, грн.;

I_{og} – необхідний розмір інвестицій на придбання та встановлення спеціалізованої пішохідної огорожі, грн.

Необхідний розмір інвестицій на придбання та встановлення нових дорожніх знаків:

$$I_{zn} = C_{zn} + C_{вст.зн} \quad , \quad (3.2)$$

де C_{zn} – фактична вартість закупівлі усіх дорожніх знаків, які планується встановити, грн.;

$C_{вст.зн}$ – фактична вартість робіт зі встановлення усіх дорожніх знаків, грн.

Фактичний розмір витрат на встановлення усіх дорожніх:

$$C_{вст.зн} = C_{1зн} \cdot n_{зн}, \quad (3.3)$$

де $C_{1зн}$ – фактична вартість робіт зі встановлення одного дорожнього знаку із застосуванням стойки враховуючи й монтажні матеріали (приймаємо $C_{1зн} = 462$ грн.);

$n_{зн}$ – фактична кількість усіх знаків, які планується встановити для організації дорожнього руху.

В таблиці 3.1 зібрані дані щодо усіх дорожніх знаків, які передбачається встановити.

Таблиця 3.1 - Дорожні знаки, які планується встановити

№ знаку	Показники		
	Кількість дорожніх знаків	Ціна за один дорожній знак, грн	Загальна вартість, грн
5.18	2	1217	2434
5.35	9	1217	10953
5.41	2	1720	3440
Разом	13		16827

$$C_{вст.зн} = 462 \cdot 13 = 6006 \text{ грн.}$$

Необхідний розмір інвестицій на дорожні знаки:

$$I_{зн} = 16827 + 6006 = 22833 \text{ грн.}$$

Середня вартість спорудження одного квадратного метру проїжджої частини із врахуванням вартості матеріалів та виконання всіх видів робіт для міста Запоріжжя приблизно становить 3328 грн.

Загальна площа облаштування п'яти зупиночних пунктів – 685 м².

$$I_z = 685 \cdot 3328 = 2279680 \text{ грн.}$$

Площа спеціалізованого майданчика для відстою автобусів між рейсами – 144 м². Необхідний розмір інвестицій за будови спеціалізованого майданчика:

$$I_{cm} = 144 \cdot 3328 = 479232 \text{ грн.}$$

Підземний перехід, що зараз закритий для руху, потребує капітального ремонту. Приблизна вартість такого ремонту складе від 800000 до 2000000 грн в залежності від використаних матеріалів. Для подальших розрахунків прийmemo $I_{nn} = 2000000$ грн.

Вартість 1 п.м. спеціалізованої пішохідної огорожі із урахуванням робіт з її встановлення становить 3200 грн. Потрібна довжина огорожі по всіх ділянках проспекту Моторобудівників, що розглядалися – 374 м.

$$I_{oe} = 374 \cdot 3200 = 1196800 \text{ грн.}$$

Необхідний розмір загальних інвестицій для реалізації заходів з підвищення безпеки руху на ділянці проспекту Моторобудівників:

$$I = 22833 + 2279680 + 479232 + 2000000 + 1196800 = 5978545 \text{ грн.}$$

Організація руху потребує певних експлуатаційних витрат на утримання та ремонт дорожніх знаків, автобусних зупиночних пунктів та їх амортизацію [10]:

$$C_{експл} = C_p + C_a, \quad (3.4)$$

де C_p – розмір витрат на ремонт та утримання знаків та зупиночних пунктів, грн.;

C_a – розмір витрат на амортизацію знаків та зупиночних пунктів, грн.

Розмір витрат на ремонт та утримання дороги та обладнання розраховується для всіх складових, грн [10]:

$$C_p = \frac{I \cdot n_p}{100}, \quad (3.5)$$

де n_p – нормативний розмір відрахувань на ремонт та утримання дороги та обладнання, % (відповідно до [10] $n_p = 5\%$).

$$C_p = \frac{5978545 \cdot 5}{100} = 298928 \text{ грн.}$$

Розмір амортизаційних витрат розраховується виключно на дорожнє обладнання (без проїжджої частини, тобто зупинок та спеціалізованого майданчика), грн. [9]:

$$C_a = \frac{(I_{зн} + I_{ин} + I_{ог}) \cdot n_a}{100}, \quad (3.6)$$

де n_a – нормативний розмір амортизаційних відрахувань дорожнього обладнання, % (відповідно до [10] $n_a = 24$ %).

$$C_a = \frac{(22833 + 2000000 + 1196800) \cdot 24}{100} = 772712 \text{ грн.}$$

Розмір експлуатаційних витрат:

$$C_{\text{експл}} = 298928 + 772712 = 1071640 \text{ грн.}$$

Поточні витрати на утримання дорожнього обладнання складаються з експлуатаційних витрат та витрат на щорічне поновлення дорожньої розмітки.

В таблиці 3.2, зібрані дані щодо усіх видів дорожньої розмітки, які передбачається нанести.

Таблиця 3.2 – Дорожня розмітка, яку планується нанести

№ розмітки	Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	Ціна нанесення одиниці розмітки, грн	Вартість, грн
1.1	м ²	10	304,93	3049
1.3	м ²	55		16771
1.5	м ²	80		24394
1.6	м ²	10		3049
1.14.1	м ²	3		915
1.14.3	м ²	12		3659
1.18	м ²	1		305
Разом		171		52143

Поточні витрати на утримання дорожнього обладнання:

$$C_{\text{поточ}} = 1071640 + 52143 = 1123783 \text{ грн.}$$

Економічну доцільність реалізації запланованих заходів можливо довести за рахунок зниження транспортних затримок та витрат від ДТП [10]:

$$E = (C_{mp}^p - C_{mp}^{np}) + \Delta C_{dnn} - C_{nom} , \quad (3.7)$$

де C_{mp}^p, C_{mp}^{np} – фактичний розмір вартості затримок транспортних засобів відповідно зараз та після реалізації заходів, грн.;

ΔC_{dnn} – очікуваний розмір зниження витрат від ДТП після впровадження заходів з підвищення безпеки руху, грн.

Розрахункове значення річних витрат від затримок транспорту можливо отримати за формулою [10]:

$$C_{mp} = S \cdot Z , \quad (3.8)$$

де S – розмір середньої вартості однієї машино-години транспортного засобу певного типу;

Z – розмір фактичної затримки транспортних засобів певного типу за рік, год.

В таблиці 3.3 зведені дані вартості затримок транспортних засобів певного типу.

Таблиця 3.3 – Фактична вартість години затримки транспорту

№	Тип транспортного засобу	Вартість однієї години затримки, грн.
1	легковий	233,72
2	вантажний	377,75
3	мікроавтобус	454,36
4	автобус	681,55

Значення фактичних затримок транспорту різних типів зараз та після вводу в експлуатацію підземного пішохідного переходу приведені в таблиці 3.4. Дані таблиці 3.4 отримані за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке використовувалось також для визначення параметрів роботи світлофорів на регульованих перехрестях.

Таблиця 3.4 – Фактичні та очікувані затримки транспорту

№	Пішохідний перехід	Загальні затримки транспорту, год	
		зараз	після реалізації
1	Центральна прохідна	2442	0

Дані наявного складу транспортних потоків, розподіл якого приблизно однаковий по всій ділянці спостереження, приведені в таблиці 3.5 згідно п. 1.2.2.

Таблиця 3.5 – Розподіл складу транспортного потоку

№	Тип транспортного засобу	Частка в транспортному потоці, %
1	легковий	84
2	вантажний	4
3	мікроавтобус	10
4	автобус	2

Загальні затримки транспорту зараз становлять:

$$C_{mp}^p = (0,84 \cdot 233,72 + 0,04 \cdot 377,75 + 0,1 \cdot 454,36 + 0,02 \cdot 681,55) \cdot 2442 = 660565$$

грн.

Враховуючи статистику дорожньо-транспортних пригод, розмір збитків від них зараз становить, грн. [10]:

$$C_{ДТП}^{існ} = K_3 \cdot Ц_3 + K_{п} \cdot Ц_{п} + K_{м} \cdot Ц_{м} , \quad (3.9)$$

де K_z, K_n, K_m – фактична кількість дорожньо-транспортних пригод в кожній групі (ДТП із загиблими, із травмованими та із матеріальними збитками);

$Ц_z, Ц_n, Ц_m$ – розмір збитків від дорожньо-транспортної пригоди кожної групи (ДТП із загиблими, із травмованими та із матеріальними збитками), грн.

Для розрахунків приймаємо наступні дані збитків:

$$Ц_z = 256000 \text{ грн.}; Ц_n = 192000 \text{ грн.}; Ц_m = 128000 \text{ грн.}$$

Фактична кількість дорожньо-транспортних пригод за розрахунковий період згідно п. 1.6: $K_z = 1, K_n = 13, K_m = 39$.

Розмір збитків від дорожньо-транспортних пригод:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = 256000 + 192000 \cdot 13 + 128000 \cdot 39 = 7744000 \text{ грн.}$$

Після впровадження заходів для підвищення безпеки руху кількість дорожньо-транспортних пригод очікувано зменшиться. Розрахунок цього зменшення можливо виконати, використовуючи корегуючі коефіцієнти зменшення очікуваних збитків, які наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Корегуючі коефіцієнти очікуваного зменшення збитків [10]

Заходи з підвищення безпеки руху	Коефіцієнт
Проведення реконструкції зупиночних пунктів автобусів	0,33
Встановлення додаткових дорожніх знаків	0,15
Нанесення горизонтальної дорожньої розмітки на перехрестях	0,23
Нанесення горизонтальної дорожньої розмітки на перегонах	0,67
Встановлення пішохідної огорожі	0,23
Облаштування позавуличного пішохідного переходу	0,12

Отриманий коригуючий коефіцієнт зменшення збитків від дорожньо-транспортних пригод [10]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1) (1 - k_2) (1 - k_3) \dots (1 - k_n). \quad (3.10)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,33) \cdot (1 - 0,15) \cdot (1 - 0,23) \cdot (1 - 0,67) \cdot (1 - 0,23) \cdot (1 - 0,12) = 0,902.$$

Очікуваний розмір зниження збитків від дорожньо-транспортних пригод після впровадження заходів з підвищення безпеки руху [10]:

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = \Delta k \cdot C_{\text{ДТП}}^i. \quad (3.11)$$

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,902 \cdot 7744000 = 6985088 \text{ грн.}$$

Розмір річної економії повинен скласти:

$$E = (660565 - 0) + 6985088 - 1123783 = 6521870 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності інвестицій потрібно виконати розрахунок розміру чистого дисконтованого прибутку [10]:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1 + i)^t}, \quad (3.9)$$

де E_t – розмір фактичної економії від підвищення безпеки руху у році t , грн.;
 K_t – розмір інвестицій, які необхідні для підвищення безпеки руху, грн.;
 C_t – розмір річної вартості експлуатації дорожнього обладнання, грн.;
 i – ставка дисконту при запозиченні коштів, %;
 t – очікуваний строк окупності інвестицій.

За умов очікуваного приросту інтенсивності руху кожного року, передбачаємо щорічне зменшення економії від підвищення безпеки руху на 5 %. За цієї умови розрахунки розміру чистого дисконтованого прибутку представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Елементи розрахунку розміру чистого дисконтованого прибутку

Рік t	Розмір економії, грн	Розмір інвестицій, грн	Дисконтний коефіцієнт	Розмір чистого дисконтованого прибутку
0	6521870	5978545	1	543325
1	6195776	-	0,8065	4996893
2	5885987	-	0,6504	3828246
3	5591688	-	0,5245	2932840
Разом				12301305

Незважаючи на відносно значний розмір інвестицій для реалізації заходів з підвищення безпеки руху маршрутного пасажирського транспорту ділянкою проспекту Моторобудівників, вони повертаються вже на першому році експлуатації. Отже, запропоновані заходи є дієвими та економічно виправданими.

Основні економічні показники зведені в таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 - Економічні показники роботи

Показник	Значення	
	зараз	після заходів
1. Розмір інвестицій, грн.	-	5978545
2. Розмір затримок транспорту, год.	2442	0
3. Розмір витрат від затримок транспорту, грн.	660565	0

Кінець таблиці 3.8

Показник	Значення	
	зараз	після заходів
4. Розмір витрат від ДТП, грн.	7744000	758912
4. Розмір поточних витрат, грн.	-	1123783
5. Розмір загальної економії від реалізації заходів відведення транспорту, грн.	-	6521870
6. Розмір чистого дисконтованого прибутку за три роки, грн.	-	12301305
7. Термін окупності інвестицій, років	-	< 1

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Для якісної організації охорони праці в магістерській роботі проаналізовано низку потенційно небезпечних ризиків для дослідника під час виконання магістерської роботи. З метою підвищення рівня охорони праці у відповідності до розглянутих потенційних ризиків запропонований ряд заходів, які дозволять або повністю усунути, або значно зменшити рівень небезпеки кожного окремого фактору. Окремо проаналізовані питання цивільного захисту.

Особливості навчання в дистанційній формі та військовий стан передбачають виконання магістерської роботи, в основному, працюючи за комп'ютером. У зв'язку з цим особлива увага приділяється організації праці дослідника. Під час збору матеріалу, опрацювання літератури, виконання розрахунків, написання тексту, форматування, які вимагають використання комп'ютерної техніки, можуть виникнути певні потенційні ризики:

- органи слуху дослідника можуть зазнати негативного впливу через несправності комп'ютерної техніки, які можуть викликати підвищений шум;
- порушення нормального режиму роботи може спричинити втому та головний біль у дослідника, внаслідок перевантаження та недосипання;
- неякісна ергономічна організація робочого місця дослідника може призвести до болісних відчуттів у спині та вплинути на його поставу;
- невиконання правил електричної безпеки може призвести до можливого ураження дослідника електричним струмом;
- погане освітлення під час роботи може погіршити самопочуття дослідника, через перевтомлення зорових органів;
- невідповідність сталої кімнатної температури нормальним умовам може викликати дискомфорт у дослідника.

Для запобігання цим ризикам важливо дотримуватися належних принципів охорони праці та забезпечити правильні умови праці під час виконання магістерської роботи за допомогою комп'ютерної техніки.

Розгляд окремих ризиків та заходи щодо їх усунення чи зменшення винесені в додатки магістерської роботи.

У додатку А представлені пропозиції щодо виправлення зазначених вище ризиків та подані рекомендації для зменшення загальних та виробничо-санітарних ризиків і для покращення умов праці. Додаток Б містить реальні оцінки шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на напруженість праці, включаючи класифікацію та ступінь шкідливості. В ньому також представлені вимірювання параметрів, такі як температура повітря, шум, рівень освітленості, монотонність роботи та інші. Додаток В включає заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема пожежну безпеку та дії в разі цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

Завданням магістерської роботи передбачалося розробку заходів з підвищення безпеки руху маршрутного пасажирського транспорту на ділянці проспекту Моторобудівників. Для вирішення цього завдання були запропоновані наступні заходи:

- запропоновано облаштування п'яти зупиночних пунктів автобусів заїзними «кишенями»;
- запропоновано облаштування спеціалізованого майданчику для відстою автобусів між рейсами;
- запропоновано облаштування одного зупиночного пункту трамваїв майданчиком очікування;
- підвищено безпеку руху на двох перехрестях проспекту Моторобудівників з вулицями Брюллова та Червоної;
- запропоновано відремонтувати підземний пішохідний перехід в районі центральної прохідної АТ «Мотор-Січ».

Всі ці заходи дозволять значно підвищити безпеку транспортних та пішохідних потоків і, зокрема, безпеку маршрутного пасажирського транспорту на ділянці проспекту Моторобудівників, завдяки чому відбудеться зменшення кількості ДТП на двох зазначених перехрестях та зменшення транспортних затримок в районі центральної прохідної АТ «Мотор-Січ». Ці заходи дозволять отримати економію в розмірі більше ніж 6 млн. грн.

Незважаючи на відносно значний розмір інвестицій, які потрібні для реалізації запропонованих заходів, ці інвестиції окуповуються вже на першому році експлуатації ділянки. Розмір чистого дисконтованого прибутку в разі залучення коштів на три роки складає більше 12 млн. грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Запорізька міська рада. Офіційний сайт. URL: <https://zp.gov.ua/> (дата звернення: 09.09.2023).
2. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука, О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебное пособие для ВУЗов / В.Ф. Бабков - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. - 288 с.
4. Системологія на транспорті: Підручник: У 5 кн. / За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.:Знання України, 2005. – Кн. IV: Організація дорожнього руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, О.Т. Лановий, І.Е. Линник, В.П. Поліщук – 452 с.
5. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802 (дата звернення: 16.10.2023).
6. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95084 (дата звернення: 16.10.2023).
7. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92700 (дата звернення: 16.10.2023).
8. Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту. Затверджено наказом Державного комітету України по житлово-комунальному господарству від 15 травня 1995 р. № 21. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/REG696?an=4> (дата звернення: 16.10.2023).

9. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов / М.С. Фишельсон – М.: Высшая школа, 1985. - 239 с.
10. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.

ДОДАТОК А

Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання отримання травм при аварійних ситуаціях на частині проспекту Моторбудівників, необхідно знаходитися на безпечній відстані від дороги (не менш 5м від краю проїжджої частини).

Для забезпечення безпеки робітника, працюючого на автопідйомнику, необхідно забезпечити його страховим поясом й пристебнутися до «люльки» «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» НПАОП 0.00-1.80-18.

Для попередження наїздів на робітників які встановлюють опори для знаків та банеру, необхідно ділянку огородити та виставити знаки що працюють люди відповідно Правил дорожнього руху.

При бетонуванні опор, необхідно бетоновіз встановити так, щоб він не заважав проїзду іншого транспорту, а також огородити місце розвантаження бетону.

При підключенні світильників до мережі, необхідно перевірити відключення току від мережі, підключення повинні проводити електрики не нижче 4-го розряду. Для запобігання падіння з висоти, робітники повинні пристебнутися страховими поясами до «люльки» автопідйомника «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» НПАОП 0.00-1.80-18.

Для не допущення аварійних ситуацій на цій ділянці, до попереднього перехрестя дати інформацію водіям про зміну руху на частині проспекту Моторбудівників написати на банері про ці зміни руху зі схемою руху;

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Для попередження переохолодження дослідника, необхідно забезпечити його теплим одягом та взуттям. Бажано, при собі мати термос з гарячим чаєм.

Робити частіші перерви для обігріву і інших приміщеннях (магазинах, універсамах та інших). відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

ДОДАТОК Б

Загальна гігієнічна оцінка умов праці

В рамках дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці були проведені відповідні виміри мікроклімату, освітлення, рівня шуму та інші у лабораторії де є ПК.

Відповідно до додатків методичних вказівок [1], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника це лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [1], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці В.1.

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до таблиці В.1.

Для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [1]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1[1]:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

Таблиця В.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Вимі- ряні показ- ники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, по- казники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
Мікроклімат за ТНС-індек- сом, $t, ^\circ C$	28,3	8	22,9- 25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	250	8	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	102	5	60	—	3.3	1,88
Загальні енергозатрати ор- ганізму, $Вт$	240	8	290	0,83	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при ло- кальному навантаженні (за участю м'язів кистей та па- льців рук)	55000	8	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	83	8	75	1,11		
Тривалість робочого дня, $год.$	8	8	8	0,15		

Для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2 [1]:

а) Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{240 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,83;$$

б) Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{55000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

в) Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{84 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,11;$$

г) Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці В.1:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [1] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 250$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [1] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 102$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [1] – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

Клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [1]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,83 + 1,38 + 1,11 + 0,15 = 3,46$$

З таблиці 7.3 [1] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,46$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

Загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до таблиці В.1:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [1]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{3 \cdot 5}{8} = 1,88$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому $-X_{cm} = X_i = 3$.

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [1]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,88 + 3 = 9,88$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану $-X_{факт} = 9,88$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [1]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції.

Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці інженера-дослідника центральній заводської лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця.

Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [1], у розмірі 20%.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ДОДАТКУ Б

1. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018 – 44 с.

ДОДАТОК В

Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання пожежі при нанесенні розмітки фарбою на дорожньому полотні, необхідно категорично заборонити розводити багаття, палити біля тари з розчинниками. При нанесенні фарби на шлях, оператору механізму не можна палити. Біля схрону розчинників, на механізмі розмістити по одному вогнегаснику ВВП-8, відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 32 м² треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 2 шт.

Заходи з цивільного захисту

Призначення транспортних засобів.

Органи, підрозділи, підприємства, установи та організації системи ДСНС України оснащуються ТЗ, що за призначенням поділяються на оперативні та господарські ТЗ. *До оперативних ТЗ* відносяться ТЗ, що використовуються для виїзду на ліквідацію пожеж та наслідків надзвичайних ситуацій (далі – НС) та виконання планових технічних робіт неаварійного характеру на підприємствах, що обслуговуються.

Оперативні ТЗ повинні мати спеціальні розпізнавальні знаки та написи згідно з ДСТУ 3849:2018 «*Дорожній транспорт. Кольорографічні схеми, розпізнавальні знаки, написи та спеціальні сигнали оперативних, спеціалізованих*

та спеціальних транспортних засобів. Загальні вимоги» і бути оснащені сигнально-гучномовною установкою (далі – СГУ) з проблісковими маячками із синім світлофільтром, встановленим над кабіною.

До *господарських ТЗ* відносяться ТЗ, задіяні для матеріально-технічного забезпечення життєдіяльності підрозділів, а також для транспортування матеріалів і оснащення з метою виконання технічних та пожежо-профілактичних заходів, а також інженерних та допоміжних робіт, які безпосередньо не задіяні для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.