

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

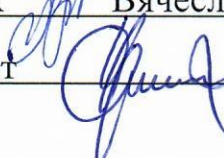
до дипломного проекту (роботи)
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ПРОСПЕКТУ МЕТАЛУРГІВ ТА ВУЛИЦІ
РЕКОРДНОЇ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент ІІ курсу, групи Тз-311м

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

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

 Дмитро ВОЛКОВ
(прізвище та ініціали)
Керівник  Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)
Рецензент  Олександр АРТЮХ
(прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
 «Транспортні технології» _____
 _____ Сергій ТУРПАК
 «10» 10 2022 року

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

Волкова Дмитра Вікторовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної міста Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) Трушевський Вячеслав Едуардович,
 канд.техн.наук, доцент

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» жовтня 2022 р. №352

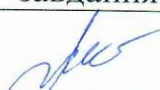
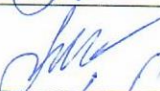
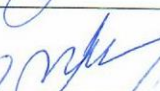
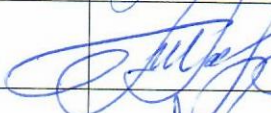
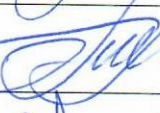
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 01.12.2022 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Розробка заходів з підвищення безпеки руху на перехресті. 2.2 Зменшення складності перехрестя. 2.3 Облаштування зупиночних пунктів маршрутного транспорту. 2.4 Обладнання майданчику для паркування мікроавтобусів. 2.5 Організація пішохідного руху 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «10» жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

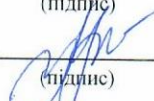
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	24.10-07.11.2022	
2	Основна частина	07.11-27.11.2022	
3	Економічна частина	28.12-05.12.2022	
4	Охорона праці	05.12-10.12.2022	
5	Оформлення МР	10.12.-13.12.2022	
6	Перевірка МР на плагіат	12.12.-18.12.2022	
7	Отримання зовнішніх рецензій	12.12.-16.12.2022	
8	Захист магістерських робіт	19.12.-23.12.2022	

Студент(ка)


(підпис)

Дмитро ВОЛКОВ
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 80 с., 21 табл., 15 рис., 12 джерел, 3 додатки

АВТОМОБІЛЬНА ДОРОГА, БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ДОРОЖНІЙ РУХ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ЗУПИНКА АВТОБУСУ, ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ПАСАЖИРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ, ПОТІК ТРАНСПОРТУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, СВІТЛОФОР, ТОЧКА КОНФЛІКТУ

Об'єкт дослідження: ділянка вулично-дорожньої мережі міста Запоріжжя у Вознесенівському районі.

Мета роботи: розробка заходів з підвищення безпеки руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної.

Метод дослідження: аналітичний.

Під час виконання магістерської роботи було зібрано та проаналізовано матеріал щодо основних характеристик дорожніх умов на перехресті, параметрів транспортного та потоку пішоходів. Розглянуто статистичний матеріал про ДТП на ділянці, виконано аналіз аварійності на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної..

Розроблено заходи, які спрямовані на забезпечення безпеки руху автомобільного транспорту на перехресті та на підвищення безпеки руху пішоходів

Запропоновано нову схему організації дорожнього руху для цього перехрестя, впровадження якої підтверджено відповідними економічними розрахунками.

Розглянуто питання охорони праці та питання забезпечення безпеки в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя.....	8
1.2 Загальна характеристика ділянки дослідження.....	9
1.3 Характеристики транспортного та пішохідного потоку.....	12
1.3.1 Інтенсивність і склад транспортного потоку.....	12
1.3.2 Аналіз швидкостей руху автомобілів в транспортному потоці..	14
1.3.3 Характеристика пішохідного потоку.....	18
1.4 Визначення пропускної здатності вулично-дорожньої мережі.....	19
1.5 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті.....	22
1.6 Визначення наявних недоліків організації руху та завдання на магістерську роботу.....	24
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	25
2.1 Розробка заходів з підвищення безпеки руху на перехресті.....	25
2.2 Зменшення складності перехрестя.....	26
2.3 Облаштування зупиночних пунктів маршрутного транспорту	28
2.4 Обладнання майданчику для паркування мікроавтобусів	36
2.5 Організація пішохідного руху	40
2.5.1 Організація пішохідного руху пішохідними переходами	40
2.5.2 Організація пішохідного руху тротуарами	41
2.6 Екологічна оцінка стану довкілля на перехресті	43
2.6.1 Розрахунок середніх значень викидів шкідливих речовин	43
2.6.2 Розрахунок середніх інтенсивностей викидів шкідливих	

речовин	48
2.6.3 Розрахунок концентрації токсичних речовин в повітрі	49
2.6.4 Оцінка результатів розрахунку екологічних показників	52
3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	62
Висновки.....	64
Перелік джерел посилання.....	65
ДОДАТОК А.....	67
ДОДАТОК Б.....	69
ДОДАТОК В.....	72
ДОДАТОК Г.....	79

ВСТУП

Для населених пунктів велике значення мають існуючі проблеми вдосконалення системи організації транспортного руху вулицями й дорогами. Розвиток інфраструктури великих міст, зростання інтенсивності та щільності транспортних потоків робить цю проблему однією з найважливіших, бо від цього фактично залежить загальне ефективне функціонування цього населеного пункту, і, врешті-решт, здоров'я та життя людей у ньому.

Зростання автомобільного парку та обсягів руху призводить до постійного підвищення інтенсивності руху, а це, в свою чергу, стає причиною виникнення транспортної проблеми в умовах міст з історичним розвитком. Перш за все це стосується так званих вузлових точок на дорожній мережі населених пунктів. Саме тут виникають затори, утворюються черги, що спричиняє зниження швидкості руху транспортних потоків, з'являються необґрунтовані витрати палива та зношення деталей і агрегатів автомобіля. Зміна режиму руху, постійні багаторазові зупинки транспортних засобів в потоці, підвищення щільності цих потоків стають тою причиною, яка викликає зростання забруднення навколишнього середовища в населеному пункті шкідливими викидами автомобільних двигунів. Водночас зростає кількість дорожньо-транспортних пригод, у яких гинуть і травмуються дуже багато людей, пошкоджується та виходить з ладу обладнання та дорожні споруди. Не є винятком і місто Запоріжжя.

В магістерській роботі розглянуто перехрестя проспекту Металургів та вулиці Рекордної, що знаходиться у Вознесенівському районі нашого міста. Підвищення безпеки руху автомобільного транспорту в транспортних потоках на даній ділянці та покращення умов роботи пасажирського автомобільного транспорту. В роботі запропоновано шляхи вирішення саме цих питань.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя

Запоріжжя є обласним центром Запорізької області. Місто розташоване в південній степовій частині Східної України на обох берегах Дніпра. Місто є потужним індустріальним центром на півдні країни. На початок 2018 року кількість населення міста Запоріжжя сягала 745 000 мешканців [1].

Площа території міста Запоріжжя становить 331 км². Водна поверхня складає 13 % цієї території. Промисловість міста розташована на кількох розділених майданчиках і складає 24 % від загальної території. 18 % території використовується сільським господарством, а решта – 45 % - це різноповерхова житлова забудова [1].

Місто Запоріжжя за своїм адміністративним поділом має сім районів, в тому числі й Вознесенівський, в якому саме й розташований об'єкт дослідження магістерської роботи.

Промисловість міста Запоріжжя дуже різноманітна і представлена підприємствами машинобудівної, металургійної, енергетичної та інших галузей. Майже 300 підприємств функціонують в місті [1].

Для забезпечення комфортного мешкання жителів та нормального функціонування такої значної і потужної промисловості потрібен відповідний транспортний розвиток.

Вулично-дорожня мережа Запоріжжя є розвиненою та різноманітною. На території міста розташовано понад 1300 проспектів, площ та вулиць. Головною транспортною артерією міста є проспект Соборний, який простягнувся повздовж Дніпра майже на 11 км і перетинає чотири міські райони [1].

Запоріжжя має розвинену транспорту інфраструктура, до складу якої входять чотири основні види транспорту: автомобільний, залізничний, водний та повітряний. Також до особливостей дорожнього розвитку міста слід

віднести наявність кількох мостових переходів через Дніпро, що надає транспортній інфраструктурі стратегічного значення.

Через місто прямують кілька значних автомобільних доріг, а саме: дорога європейського значення E105; міжнародна траса M14; автомобільні шляхи національного значення H08, H15, H23. Автомобільні пасажирські перевезення приміського та міжміського сполучень забезпечуються центральним автовокзалом та трьома автостанціями [1].

Залізничний розвиток на території Запоріжжя належить до Придніпровської залізниці. В місті функціонують два пасажирські залізничні вокзали. На міській території розташовано кілька різних за призначенням та потужністю залізничних станцій, які забезпечують вантажний рух, поєднуючи промислові підприємства міста із системою зовнішніх залізничних шляхів.

Водний транспорт виконує пасажирські та вантажні перевезення, використовуючи ріку Дніпро. В місті функціонують річковий порт та річковий вокзал.

Міжнародний запорізький аеропорт забезпечує авіаційні сполучення, як пасажирські так і вантажні.

1.2 Загальна характеристика ділянки дослідження

Об'єктом дослідження в магістерській роботі є перехрестя проспекту Металургів з вулицею Рекордною, що знаходиться у Вознесенівському районі міста Запоріжжя між проспектом Соборним та напрямком до основного промислового майданчика міста.

Місце розташування перехрестя у прив'язці до вулично-дорожньої мережі району зображена на рисунку 1.1 та на слайді 2. На тому ж слайді та на рисунках 1.2-1.4 наведені загальні ракурси перехрестя проспекту Металургів з вулицею Рекордною.

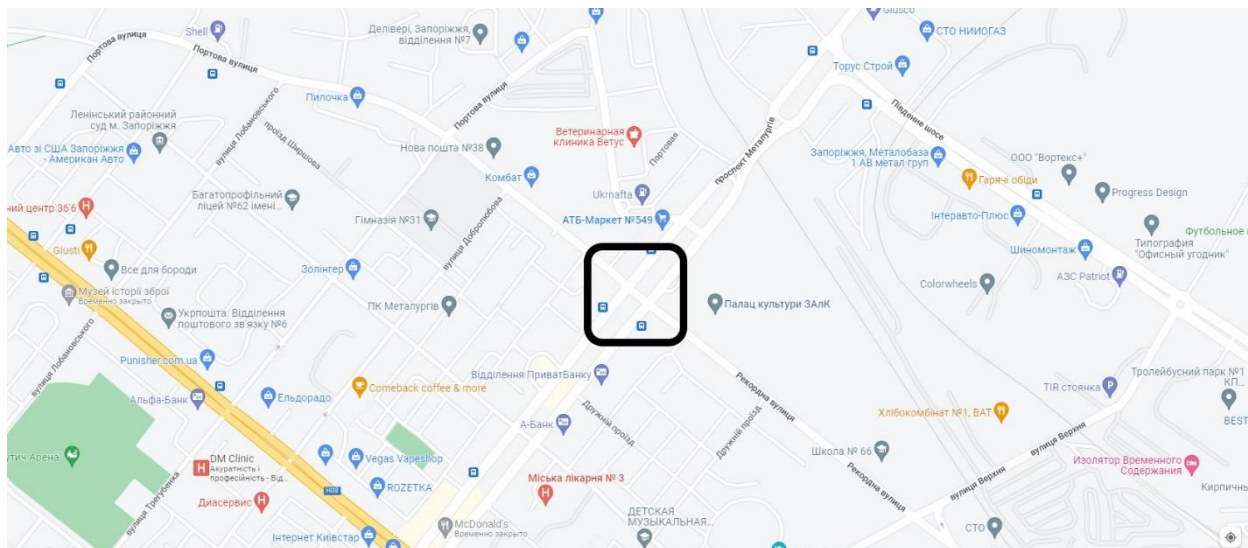


Рисунок 1.1 – Розташування перехрестя проспекту Металургів з вулицею Рекордною



Рисунок 1.2 – Вид на перехрестя з боку під'їзду проспектом Металургів від основного промислового майданчика міста



Рисунок 1.3 – Вид на перехрестя з боку під'їзду проспектом Металургів від проспекту Соборного



Рисунок 1.4 – Вид на перехрестя з боку під'їзду вулицею Рекордною з боку вулиці Верхньої

В межах впливу перехрестя розташована житлова забудова, будинок культури та декілька об'єктів соціально-побутового призначення (магазини,

ринок тощо). Вулиці, що створюють перехрестя, відноситься до важливих вулиць району.

Що стосується типів трафіку на перехресті, то обмежень за типами трафіку немає. Перехрестям курсує як легковий транспорт, так і вантажний транспорт. Також наявний рух автомобільного пасажирського транспорту.

Дорожнє покриття знаходиться в задовільному стані. Однак ремонту потребують пішохідні доріжки на підходах до перехрестя.

1.3 Характеристики транспортного та пішохідного потоку

1.3.1 Інтенсивність і склад транспортного потоку

На ділянці було проведено дослідження, під час якого розраховували інтенсивність транспортних потоків у години пік: вранці (7:30 - 8:30) та ввечері (16:30 - 17:30). Зібрану інформацію щодо інтенсивності руху використано для приведення до параметрів середнього легкового автомобіля за визначенням [2]:

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

де N_i – інтенсивність автомобілів певного типу;

K_i – коефіцієнт приведення автомобілів певної групи до умовного легкового автомобіля.

На рисунках 1.5 та 1.6 та на слайді 3 показано приведені інтенсивності транспортного потоку на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної в години ранкового «піку» та вечірнього «піку».

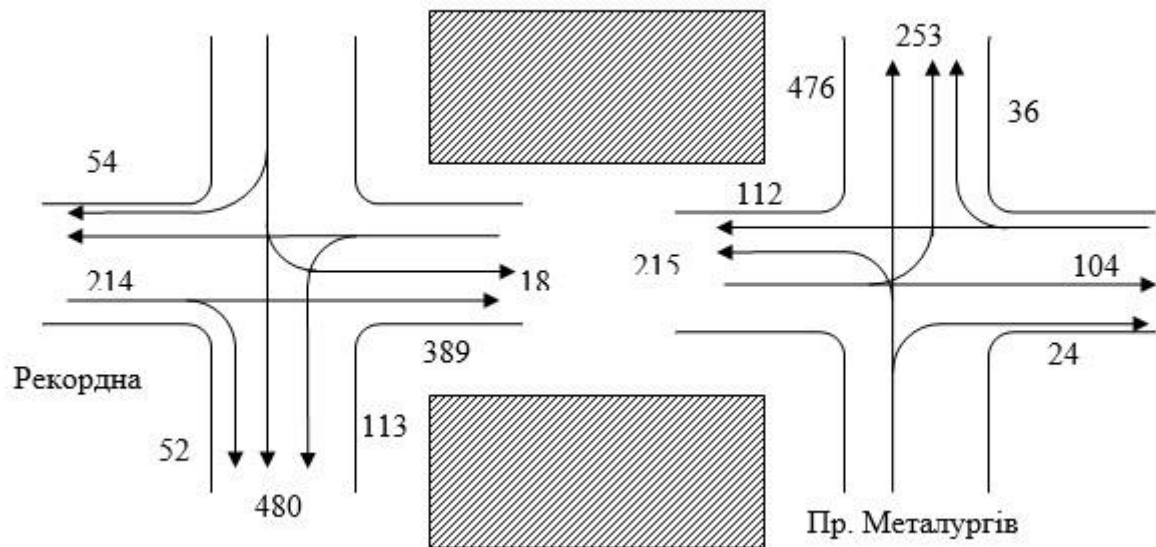


Рисунок 1.5 – Пікова інтенсивність руху вранці на перехресті проспекту
Металургів та вулиці Рекордної

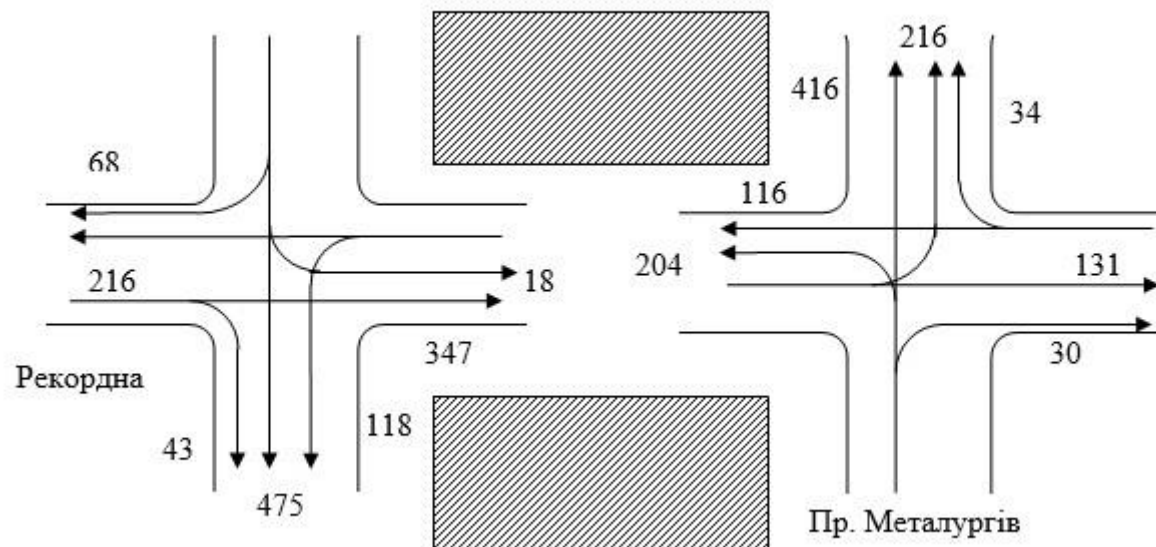


Рисунок 1.6 – Пікова інтенсивність руху ввечері на перехресті проспекту
Металургів та вулиці Рекордної

Як бачимо з рисунків 1.5 і 1.6, інтенсивність руху на перехресті практично однакова що вранці, що ввечері.

На рисунку 1.7 та на слайді 3 представлена структура транспортного потоку на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної.

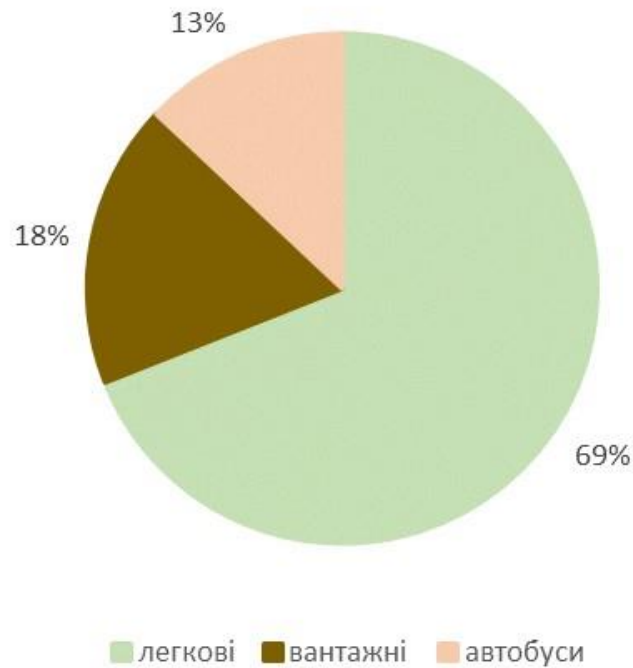


Рисунок 1.7 – Склад транспортного потоку на перехресті проспекту
Металургів та вулиці Рекордної

Саме легкові автомобілі мають найбільше представництво у транспортному потоці, що можна побачити на рисунку 1.7. Їх частка становить близько 70 % від загальної кількості автомобілів в транспортному потоці.

1.3.2 Аналіз швидкостей руху автомобілів в транспортному потоці

Швидкість руху визначається за допомогою спеціального прибору. Це портативний вимірювач швидкості «ІСКРА-1, технічні характеристики якого наведені в таблиці 1.1.

Результати замірів швидкості руху автомобілів по вулиці Рекордна на ділянці між перехрестям з проспектом Металургів та перехрестям з вулицею Портовою зведені в таблицю 1.2.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики вимірювача швидкості «ІСКРА-1» [3]

№	Показник	Значення
1	Частота в робочому режимі, ГГц	24,15 (К-діапазон)
2	Робоча дальність спостереження, м	500
3	Діапазон вимірювань, км/год	від 30 до 220
4	Погрішність вимірювань, км/год	± 2
5	Час виконання вимірювання, с	1
6	Дискретність шкали вимірювання, км/год	1
7	Межа перевищення швидкості для виділення найшвидшої цілі в потоці, км/год	4
8	Тривалість безперервних вимірювань, год	16
9	Потужність в робочому режимі, Вт	8
10	Маса (без акумулятора), кг	0,9
11	Межі температурних відхилень, °C	-50 / +55

Таблиця 1.2 - Розподіл швидкості руху

Інтервали швидкостей руху	Середина інтервалу V_i	Кількість значень m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
10-15	12,5	44	0,051643	0,051643
15-20	17,5	76	0,089202	0,140845
20-25	22,5	101	0,118545	0,25939
25-30	27,5	150	0,176056	0,435446
30-35	32,5	174	0,204225	0,639671
35-40	37,5	132	0,15493	0,794601
40-45	42,5	101	0,118545	0,913146
45-50	47,5	55	0,064554	0,9777
50-55	52,5	19	0,0223	1

По наступній формулі можливо розрахувати значення середньої швидкості руху за даними таблиці 1.2 [1]:

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

$$\bar{V} = \frac{26785}{852} = 31,4 \text{ км/год.}$$

Результати замірів швидкості руху транспортного потоку по вул. Рекордна на ділянці між перехрестям з пр. Металургів та перехрестям з вул. Верхньою наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Розподіл швидкості руху

Інтервали швидкостей руху	Середина інтервалу V_i	Кількість значень m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
10-15	12,5	32	0,040921	0,040921
15-20	17,5	45	0,057545	0,098465
20-25	22,5	65	0,08312	0,181586
25-30	27,5	71	0,090793	0,272379
30-35	32,5	93	0,118926	0,391304
35-40	37,5	110	0,140665	0,531969
40-45	42,5	125	0,159847	0,691816
45-50	47,5	134	0,171355	0,863171
50-55	52,5	107	0,136829	1

Значення середньої швидкості руху автомобілів в транспортному потоці з цього боку вулиці Рекордної:

$$\bar{V} = \frac{29045}{782} = 37,1 \text{ км/год.}$$

На рисунках 1.8 та на слайді 4 показано обробку даних режимів руху на ділянці, що розглядається.

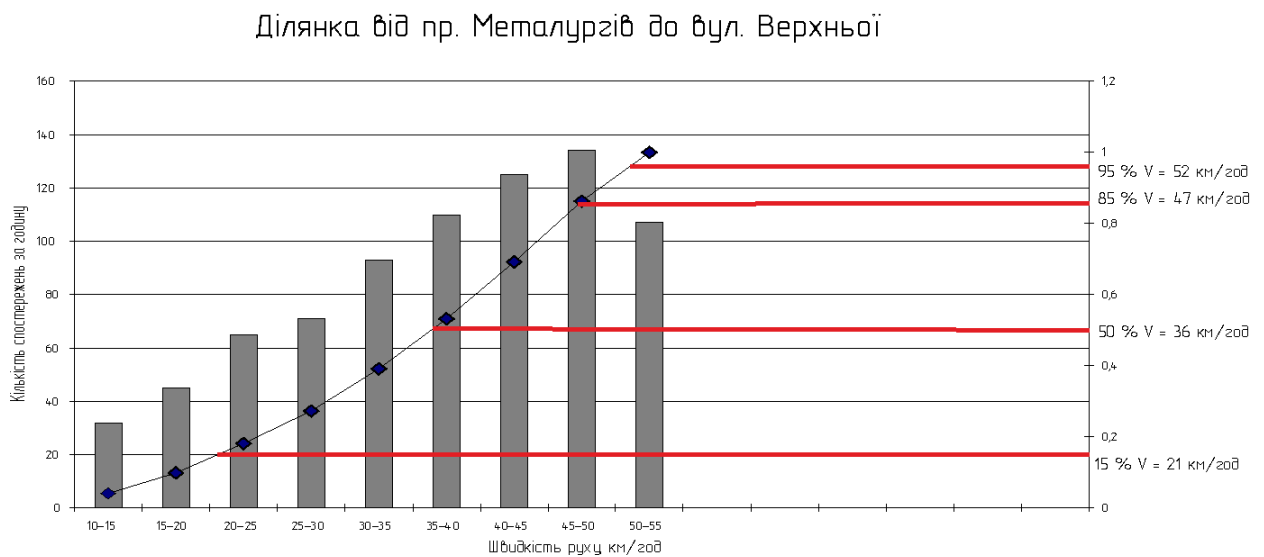
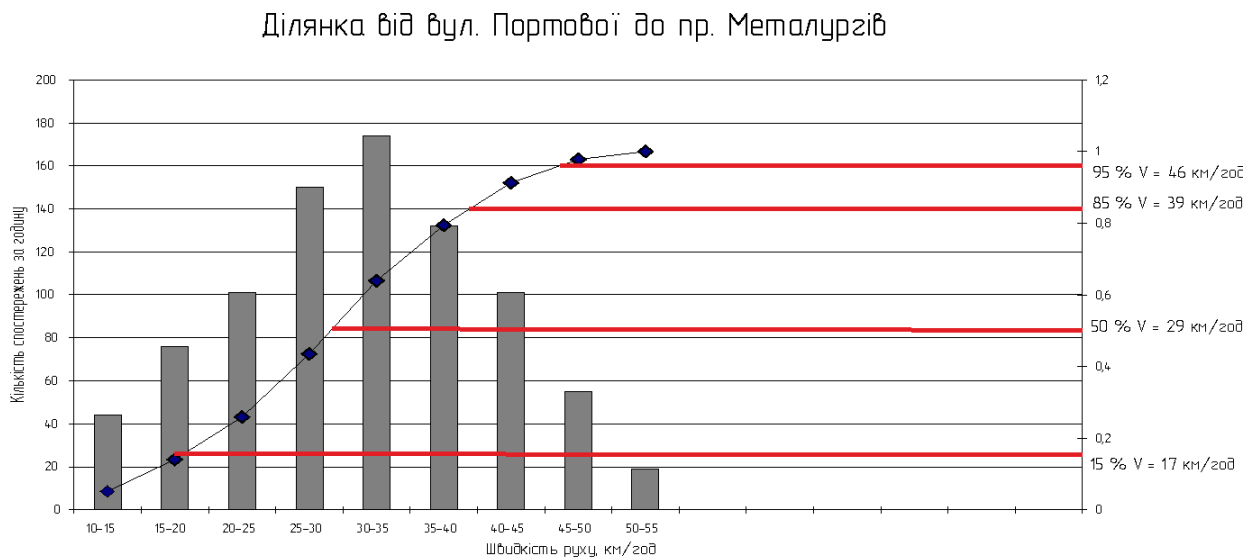


Рисунок 1.8 – Режим швидкості руху транспортного потоку вулицею
Рекордною на підходах до перехрестя

Важливими є показники 15, 50, 85 і 95 % довірчої швидкості [1]. Ці швидкості отримані шляхом аналізу кумулятивної кривої (див рис. 1.8).

Безпечна швидкість 15 % забезпечення стосується найповільнішої частини транспортного потоку, яка є причиною ДТП через виконання обгонів.

Безпечна швидкість 50 % забезпечення – це фактично середня швидкість автомобілів на ділянці, що розглядається.

Безпечна швидкість 85 % забезпечення означає швидкість, з якою рухається найшвидша частина автомобілів в транспортному потоці. Це

значення важливе для виконання розрахунків параметрів регулювання при організації руху.

95 % забезпечення довірчих значень швидкості – це фактично швидкості тих автомобілів, що рухаються швидше інших і з ризиком потрапити в аварію.

Проаналізувавши отримані значення, можна сказати, що на відрізку вулиці Рекордної від вулиці Портової до проспекту Металургів швидкість потоку різко знижується. Перепад швидкостей є негативним явищем, що значно впливає на безпеку дороги в цілому.

1.3.3 Характеристика пішохідного потоку

В районі впливу перехрестя проспекту Металургів та вулиці Рекордної рух пішоходів здійснюється по тротуарах, які обладнані майже на всіх ділянках.

За характером руху це переміщення в основному до і від регулярних зупинок пасажирського транспорту, а також в напрямку об'єктів тяжіння. Магазини, ринок, будинок культури, які розташовані в межах впливу перехрестя, визначають розміри й напрямки пішохідного руху.

При проведенні досліджень пішохідного потоку було виявлено певний хаос у русі пішоходів при перетині проїжджої частини по вулиці Рекордній на ділянці від перехрестя з вул. Портовою до перехрестя з пр. Металургів. Це значно впливає на безпеку як пішохідного руху, так і безпеку дорожнього руху в районі перехрестя в цілому. Тому це обов'язково потрібно враховувати при покращенні умов руху автомобільного транспорту на перехресті.

Найбільш інтенсивним пішохідний рух є через вулицю Рекордну на перехресті з проспектом Металургів. Його інтенсивність складає майже 1900 чоловік на годину. Цей показник спостерігається не на протязі доби, а в певні години, а саме з 6:30 до 8:30 та з 16:30 до 18:00 години.

1.4 Визначення пропускної здатності вулично-дорожньої мережі

Враховуючи вітчизняні та зарубіжні дані, величину пропускної здатності в ідеальних умовах можна прийняти такою (для легкових автомобілів) [4]:

- на двосмугових дорогах - 2200 од/год;
- на трьохсмугових дорогах - 4000 од/год;
- на чотирисмугових дорогах - 1800 од/год на одну смугу.

За ідеальних умов пропускна здатність може досягати свого максимального значення, яке буде приблизно дорівнювати 75 % зазначених вище.

Реальна пропускна здатність дороги визначається при певних дорожніх умовах і при певних рівнях завантаження дороги. Його значення визначається спостереженнями і відповідає 16-75 % від теоретичного значення в залежності від умов руху [4].

Будемо оцінювати завантаження перехрестя, аналізуючи інтенсивність руху та пропускну спроможність в пікові години, коли спостерігаються найбільші за інтенсивністю транспортні потоки

Пропускна здатність смуги руху розраховується за формулою, од/год [4]:

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

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

t_p – час реакції водія на будь-яку зміну ситуації, с;

l_o – зазор безпеки між автомобілями в потоці, м;

l_a – середня довжина автомобіля, м;

β – коефіцієнт гальмування.

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

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;
 φ – коефіцієнт зчеплення автомобілю з покриттям;
 i – величина повздовжнього ухилу на підході до перехрестя;
 f – коефіцієнт опору коченню в трансмісії автомобіля.

Виконаємо оцінку пропускнуої здатності ділянки дороги по вулиці Рекордній в районі від перехрестя з вул. Портовою до перехрестя з пр. Металургів. Для цього задаємося наступними даними:

- швидкість при певній пропускній здатності – $V = 8,72$ м/с [4];
- час реакції водія – $t_p = 1,0$ с [4];
- зазор безпеки – $l_0 = 2$ м [4];
- довжина автомобіля – $l_a = 5$ м.

Коефіцієнт гальмування розраховується за такими параметрами:

- прискорення – $g = 9,8$ м/с²;
- коефіцієнт опору при коченні – $f = 0,02$ [4];
- повздовжній ухил на ділянці відсутній;
- коефіцієнт зчеплення – $\varphi = 0,3$ [4].

Слід зазначити, що вибрані характеристики відповідають найгіршим умовам руху.

Виконаємо відповідні розрахунки:

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

$$A_c = \frac{3600 \cdot 8,72}{8,72 \cdot 1 + 0,16 \cdot 76,04 + 2 + 5} = 1126 \text{ авт/год.}$$

На підходах до перехрестя по дві смуги рухи в кожний бік. Але середня пропускна здатність дороги в одному напрямку не буде просто вдвічі більшою, ніж у першій смузі. В такому випадку необхідно враховувати зменшення пропускної здатності на другій смузі, причинами якого стають маневрування автомобілів в транспортному потоці.

Пропускна здатність для окремої смуги дороги із врахуванням вище сказаного визначається за формулою [2]:

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

де ε_i – коефіцієнт зменшення пропускної здатності кожної смуги.

Згідно із порядковим номером смуги дороги коефіцієнт ε_i може бути наступним [2]:

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

Пропускна здатність першої смуги, яка є крайньою праворуч:

$$A_{n1} = 1126 \text{ авто/год.}$$

Пропускна здатність другої смуги:

$$A_{n2} = 0,85 \cdot 1126 = 957 \text{ авто/год.}$$

Визначимо середнє значення пропускної здатності смуги руху:

$$A_{cp} = \frac{1126 + 957}{2} = 1041 \text{ авт/год.}$$

Вулиця Рекордна має по дві смуги для руху в обидва боки, але слід врахувати те, що по вулиці Рекордній дозволене паркування автомобілів на першій смузі. Тобто перша смуга фактично зайнята. Таким чином, транспорт рухається по другій смузі, що збільшує коефіцієнт завантаження рухом удвічі.

Для розрахунку коефіцієнта завантаження рухом можна використати наступну залежність [2]:

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

де N_a – фактична інтенсивність руху, авт/год.;

P – пропускна здатність дороги, авт/год.

$$Z = \frac{441}{1041} = 0,42.$$

Отриманий коефіцієнт завантаження рухом $z = 0,42$ відповідає стійким або частково зв'язаним умовам руху [2].

1.5 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті

У таблиці 1.4 представлена статистика дорожньо-транспортних пригод на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної.

Таблиця 1.4 - Статистика ДТП на перехресті

Кількість ДТП			Вид ДТП		
2017 рік	2018 рік	2019 рік	зіткнення	наїзд на пішохода	наїзд на зупинений транспортний засіб
6-0-1	5-0-2	18-0-2	19-0-1	5-0-5	4-0-0

Аналізуючи дані таблиці 1.4, можна зробити висновок, що основними видами ДТП на розглянутій ділянці є зіткнення.

На рисунках 1.9, 1.10 та на слайдах 5 і 6 наведено статистику та аналіз ДТП відповідно на перехресті проспекту Металургів з вулицею Рекордною.



Рисунок 1.9 – Загальна статистика ДТП на ділянці за три роки

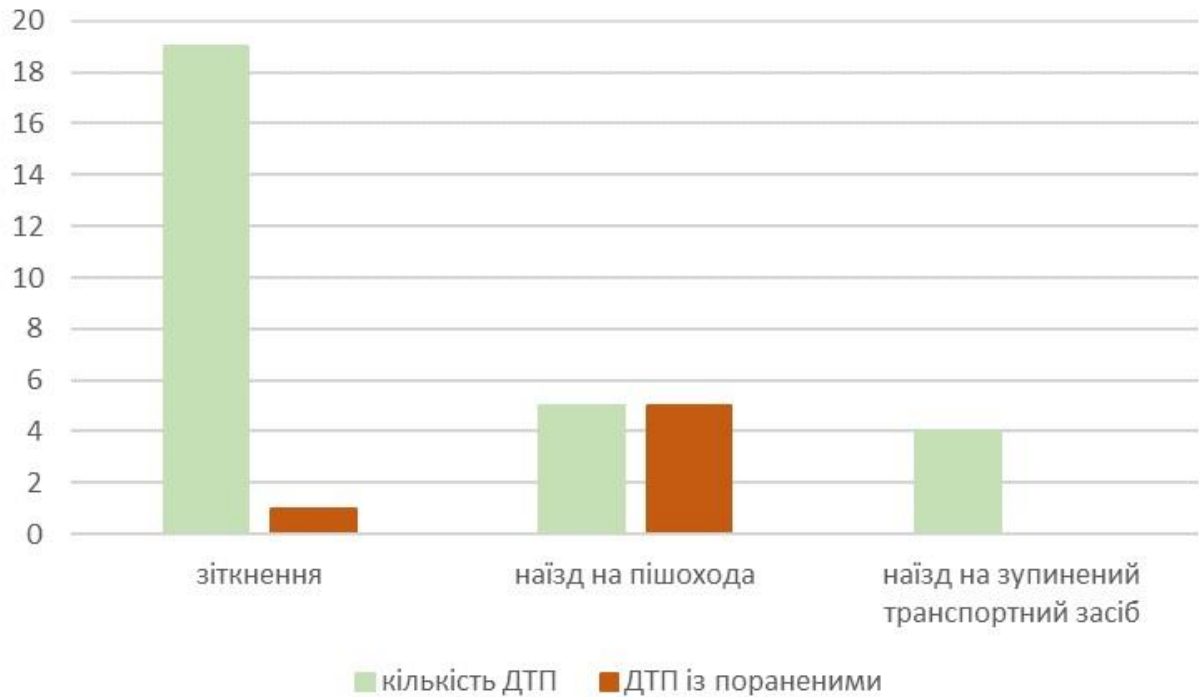


Рисунок 1.10 – Загальний аналіз ДТП на перехресті за їх типами

1.6 Визначення наявних недоліків організації руху та завдання на магістерську роботу

Розглянувши план організації дорожнього руху на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної та оцінивши наявну безпеку руху його учасників, були визначені такі недоліки:

- а) значна кількість ДТП на перехресті;
- б) пішохідний рух погано організований поблизу торгових комплексів та ринку;
- в) порушення вимог щодо встановлення деяких технічних засобів організації дорожнього руху на перехресті.

З метою поліпшення ситуації та підвищення безпеки дорожнього руху автомобілів та пішохідного руху на перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної передбачається:

- а) застосування різних технічних засобів для підвищення безпеки руху;
- б) організація пішохідного руху із забезпеченням його безпеки;
- в) нанесення дорожньої розмітки.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка заходів з підвищення безпеки руху на перехресті

Перехрестя вулиці Рекордної та проспекту Металургів є дуже складним перехрестям, яке являє собою перетин бульвару та простої вулиці. Цей перетин виконаний під кутом майже 90° . Основні особливості цього перехрестя наступні:

- проспект Металургів має чотири смуги руху (по дві в кожен бік);
- вулиця Рекордна має дві смуги руху (по одній в кожен бік);
- перехрестя має примусове світлофорне регулювання;
- проспектом Металургів здійснюється тролейбусний рух.

Проаналізувавши дані ДТП на цьому перехресті та обсяги транспортного та пішохідного руху, потрібно зазначити, що основна проблема це значна кількість ДТП при відносно не великих обсягах руху. Основні види ДТП – зіткнення. Це пов'язано із значними маневрами маршрутного пасажирського транспорту, який розвертається по вул. Рекордній, маючи кінцеву та начальну зупинки по пр. Металургів. Крім цього потрібно відмітити відсутність обладнаних заїзними кишнями зупиночних пунктів, що призводить до зайвого маневрування автомобілів, що рухаються в основному потоці, коли вони об'їжджають мікроавтобуси, які стоять на зупинках.

Як ще один недолік слід відмітити відсутність місць для відстою мікроавтобусів. Водії ставлять їх на не призначену для руху розділову смугу бульвару, або ж взагалі безпосередньо на зупиночному пункті.

Для поліпшення організації дорожнього руху пропонується наступне:

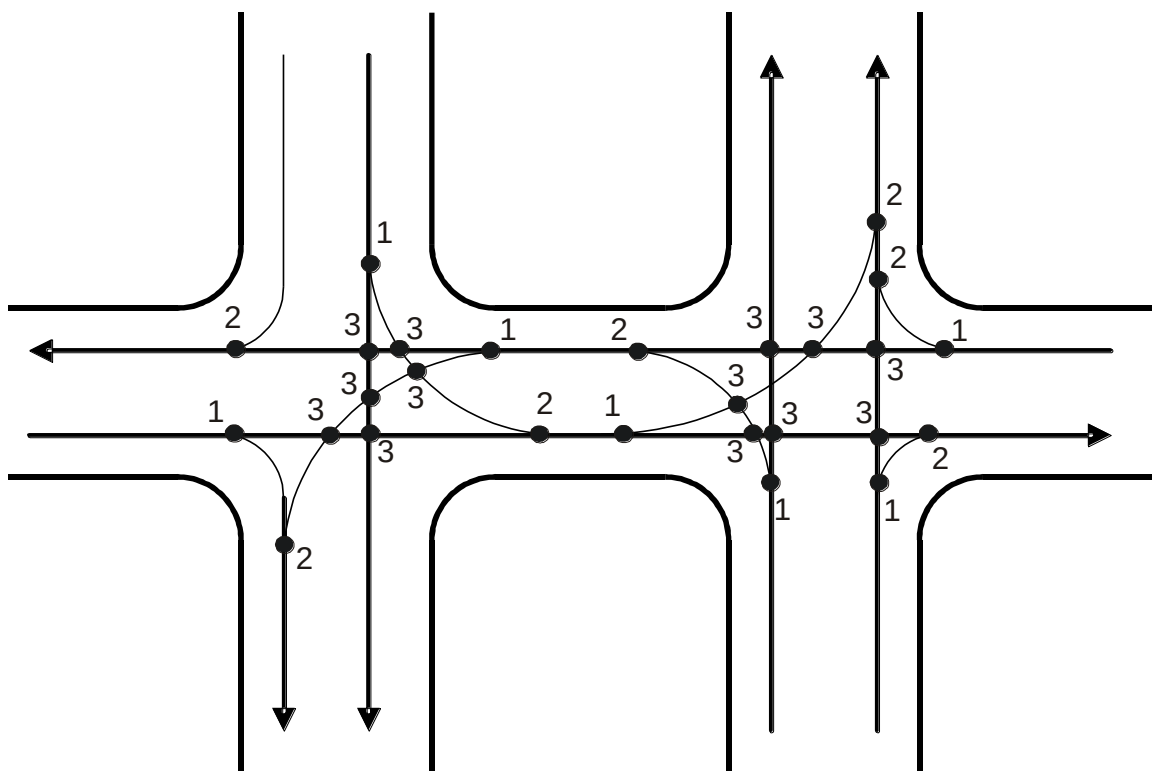
- а) заборонити лівий поворот по напрямку основного руху маршрутного транспорту. Весь транспортний потік зможе здійснити цей маневр на 80 м далі по пр. Металургів. Це дасть змогу розвантажити вул. Рекордну та спростити перехрестя, що розглядається;

- б) обладнати відповідно зупиночні пункти маршрутного транспорту;
- в) обладнати стоянку для відстою мікроавтобусів за палацом культури;
- г) виконати наведення дорожньої розмітки 1.1, 1.5, 1.6, 1.12, 1.14.2, 1.18;
- д) виконати встановлення дорожніх знаків 4.1, 4.4, 5.35.1(2).

2.2 Зменшення складності перехрестя

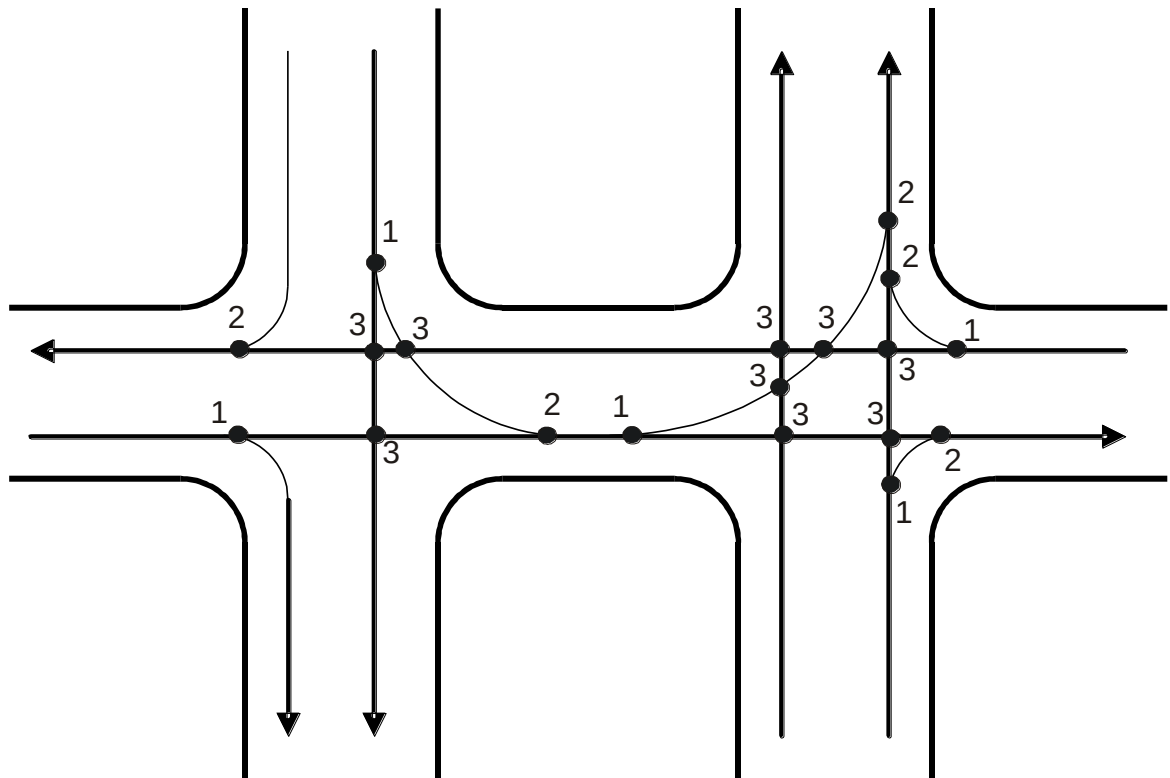
Для зменшення складності перехрестя проспекту Металургів з вулицею Рекордною пропонується заборона лівих поворотів в одному напрямі руху з проспекту на Рекордну та з Рекордної на проспект.

Розглянемо складність перехрестя за допомогою п'ятибальної системи оцінювання. На рисунку 2.1 та на слайді 7 наведена схема конфліктів станом на зараз. На рисунку 2.2 та на слайді 8 – схема конфліктів після заборони частки лівоповоротних маневрів.



1 – відхилення; 2 – злиття; 3 – перетин

Рисунок 2.1 – Схема конфліктів при існуючому становищі



1 – відхилення; 2 – злиття; 3 – перетин

Рисунок 2.2 – Схема конфліктів при виключенні частки маневрів

На основі рисунків 2.1, 2.2 виконуємо розрахунок складності перехресть за п'ятибальною системою [2]:

$$m = n_{\epsilon} + 3n_z + 5n_n, \quad (2.1)$$

де n_{ϵ} , n_z , n_n – відповідно кількість конфліктних точок відхилення, злиття та перетину.

Розраховані складності перехресть зведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення складності перехрестя

Схема руху	Типи конфліктних точок			m
	відхилення	злиття	перетин	
Діюча	7	7	14	98
Нова	5	5	9	65

Як бачимо з таблиці 2.1 заборона лівоповоротних маневрів значно спрощує складність цього перехрестя.

З технічної точки зору заборона маневрів буде виконуватись встановленням у відповідних місцях знаків 4.1.

2.3 Облаштування зупиночних пунктів маршрутного транспорту

Місце та правила розташування зупиночних пунктів маршрутного пасажирського транспорту, а також вимоги щодо їх параметрів та облаштування регламентовані багатьма документами [5, 6, 7, 8, 9].

Розташування зупинок й вибір місця для них залежить від підприємств міського електротранспорту та автотранспорту, які обслуговують пасажирів на цій території.

Зупинки міського транспорту класифікують за ознаками [6]:

- 1) вид маршрутного транспортного засобу, що використовує зупинку (автобус, трамвай, тролейбус, комбіноване використання);
- 2) тип маршрутних транспортних засобів (звичайні, зчленовані, здвоєні трьохвагонні транспортні засоби);
- 3) кількість маршрутних транспортних засобів, які можуть здійснювати посадку та висадку пасажирів на одній зупинці (одиначні, подвійні);
- 4) характер використання зупинки (постійні, певного часу, «на вимогу»);
- 5) місце зупинки на маршруті (кінцеві, проміжні).

У нашому випадку зупинки на проспекті Металургів є суміщені, для звичайних транспортних засобів, подвійні, постійні та кінцеві і проміжні (для транспорту, що прямує на Павло-Кичкас).

Поодинокі зупинки встановлюються, якщо загальна частота, з якою рухаються маршрутні транспортні засоби, що використовують зупинку, не більше тридцяти одиниць на годину [6].

Подвійні зупинки влаштовуються лише при обслуговуванні ними кількох маршрутів однотипних транспортних засобів із сумарною інтенсивністю руху понад тридцять одиниць на годину [6].

Зупинка міського транспорту складається із посадкової площадки для пасажирів і місця зупинки маршрутних транспортних засобів. Починається від місця встановлення відповідного дорожнього знаку 5.41, 5.42 чи 5.43 [7].

Границі зупинки у напрямку повздовж дороги фактично відповідають довжині посадкової площадки для пасажирів.

В таблиці 2.2 представлено параметри посадкової платформи в залежності від типу й кількості маршрутних транспортних засобів, які можуть висаджувати та здійснювати посадку пасажирів на зупинці одночасно.

Таблиця 2.2 - Геометричні параметри посадкового майданчика [9]

Тип маршрутних транспортних засобів	Довжина посадкового майданчику, м	
	поодинокій	подвійній
звичайний МТЗ	20	35
зчленований МТЗ	25	45
здвоєний МТЗ	35	65
трьохвагонний МТЗ	50	-

В разі, коли має місце використання різних типів транспортних засобів, то довжину посадкової площадки слід визначати за типом з найбільшою довжиною.

На ширину посадкового майданчика впливають величина пасажирообігу на зупинці та час очікування пасажирями маршрутних транспортних засобів. Ця ширина має бути не менше ніж 1,5 м [6].

Посадкові майданчики зупинок автобусів та тролейбусів слід влаштовувати вище проїжджої частини на 20 см над її поверхнею [6].

Отримані розміри посадкової платформи повинні бути перевірені на потенційну місткість. Ця місткість повинна відповідати кількості пасажирів,

що знаходяться на платформі в очікуванні транспортного засобу. Орієнтовна щільність пасажирів на посадковій платформі – 2 пасажирів на 1 м² площі платформи [6].

Автобусна чи тролейбусна зупинка може бути звичайною з однаковою шириною проїзної частини або у вигляді відкритої «кишені», що продовжує проїжджу частину.

Облаштування «кишень», які є відокремленими від проїжджої частини в будь-який спосіб (наприклад, бордюром) суворо заборонено. Ширина «кишені» на зупинці повинна бути в межах 3,5-4,0 м. Можна використовувати технічні та розподільчі смуги, а також смуги озеленення між проїзними частинами та тротуарами [5].

В разі нестачі місця ширину «кишені» дозволяється зменшувати до 3 м. В таких випадках забезпечення «кишені» виконується із застосуванням частки тротуару при збереженні його ширини. Це дозволить посадковому майданчику нормально функціонувати і, в той же час, не порушить комфорту щодо пішохідного руху.

На в'їзді до зупинки довжина так званої перехідної ділянки розширення має бути 20 метрів, а на виїзді із зупинки – 15 метрів. В разі нестачі місця цей показник може бути зменшений до 10 метрів [5].

Якщо зупинку маршрутних засобів розташовано безпосередньо за перехрестям і посадковий майданчик передбачається розташовувати в «кишені», то відстань до неї від пішохідного переходу повинна становити не менше 10 метрів і необхідно передбачити відповідне розширення проїжджої частини.

Довжина самої «кишені» проектується більше довжини посадкової площадки бути на 10 метрів, тобто по 5 метрів з кожного боку. Якщо «кишеню» передбачено на зупинці радіус кривої узбіччя повинен бути не менше 10 метрів [5].

Поверхня посадкових майданчиків проектується із поперечним ухилом в межах 10-15 %. При цьому цей ухил поверхні посадочних майданчиків, що примикає до проїжджої частини, проектується спрямованим в її бік [5].

Поверхня самої «кишені» проектується із поперечним ухилом в 15-20%, який спрямовується у бік основної проїжджої частини. В разі цього цей ухил «кишені» виконується таким чином, щоб він закінчився на рівні головної проїжджої частини [5].

Згідно з вимогами, перерахованими вище, спроектуємо зупинки міського транспорту для обох напрямків руху на проспекті Металургів в районі перетину з вулицею Рекордною. На рисунках 2.3 і 2.4 та на слайді 9 показані відповідні зупинки.

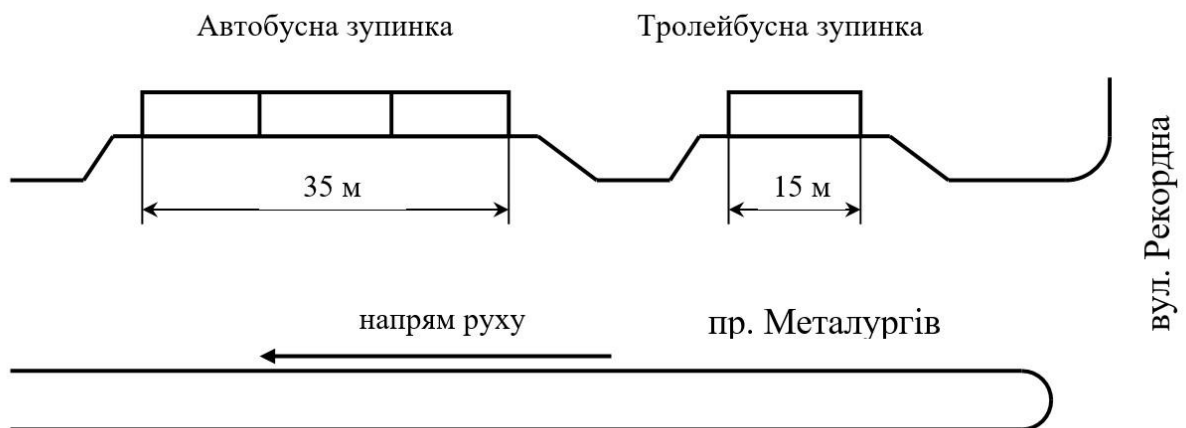


Рисунок 2.3 – Зупинка міського транспорту в напрямку проспекту Соборного

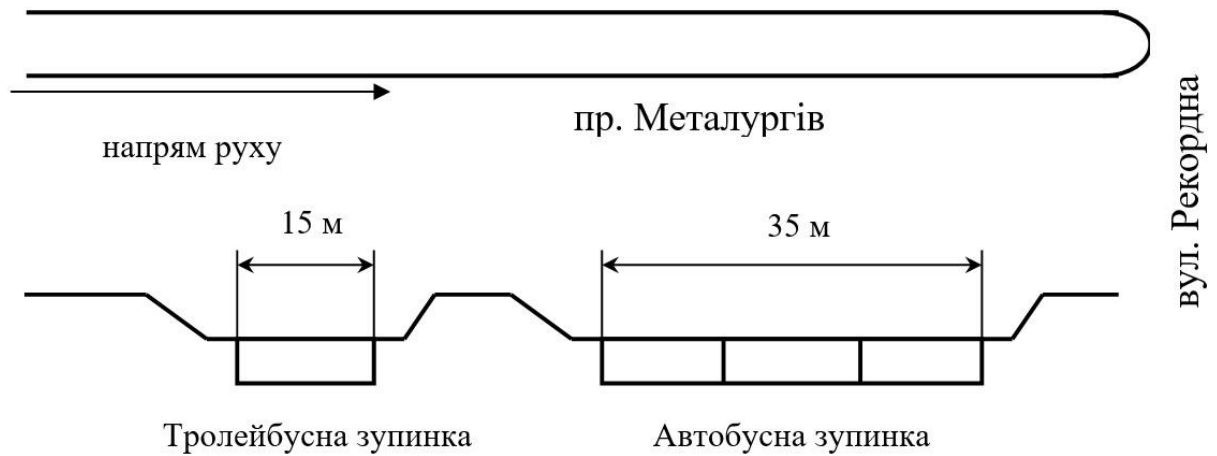


Рисунок 2.4 – Зупинка міського транспорту в напрямку Павло-Кічкасу

За наведеними даними необхідно розрахувати площу зупинок для врахування вартості реконструкції в подальших розрахунках. Площа кожної кишені дорівнює, м^2 [6]:

$$S_{\kappa} = L_{nl} \cdot B_{nl} + \frac{L_n^1 \cdot B_n^1}{2} + \frac{L_n^2 \cdot B_n^2}{2}, \quad (2.2)$$

де L_{nl}, B_{nl} – відповідно довжина та ширина платформи, м;

$L_n^1, B_n^1, L_n^2, B_n^2$ – довжина і ширина на в'їзді й виїзді до платформи, м.

Обчислимо необхідну площу кишень. Оскільки передбачається однакова конструкція кишень з обох боків проспекту Металургів, розрахунок буде однаковим для обох зупинок.

Тролейбусна зупинка:

$$S_{\kappa} = 15 \cdot 4 + \frac{5,5 \cdot 4}{2} + \frac{3 \cdot 4}{2} = 77 \text{ м}^2.$$

Автобусна зупинка:

$$S_{\kappa} = 35 \cdot 4 + \frac{5,5 \cdot 4}{2} + \frac{3 \cdot 4}{2} = 157 \text{ м}^2.$$

Загальна площа зупинки складає 234 м², обох зупинок – 468 м².

При розміщенні зупинки на вуличній мережі повинні бути дотримані такі основні умови [9]:

- а) максимально зручний і безпечний доступ до об'єктів тяжіння пасажирів;
- б) найменше зниження пропускної спроможності ділянки дороги;
- в) мінімальні взаємні перешкоди під час функціонування різних видів міського транспорту;
- г) зручність виконання пересадки між різними видами міського транспорту;
- д) умови безпеки руху.

Відповідно до [5] відстань пішохода до найближчої зупинки не повинна перевищувати відстаней, які зазначено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Можливі відстані пішохідних підходів до зупинок [5]

Місце знаходження зупинки громадського транспорту	Відстань, м
В центрі міста	250
У житлових районах висотних будинків	500
У житлових масивах індивідуальної садибної забудови для міст:	
великих, значних і найзначніших	600
малих і середніх	800
(від прохідних підприємств) у виробничих та комунально-складських територіях	400
(від головного входу) на територіях громадського відпочинку та спорту	800

На маршрутах руху громадського транспорту територією населених пунктів в звичайному режимі відстань між зупинками повинна бути в межах

від 400 до 600 м. В разі використання транспорту в експресному режимі ці межі становлять від 800 до 1200 метрів [2].

Зупинки маршрутного громадського транспорту розташовують, як правило, біля перехресть міських вулиць і доріг, а також на значних за довжиною перегонах, якщо поблизу є велика кількість об'єктів тяжіння [2].

Відповідно до [2] на дорогах населених пунктів зупинки повинні розташовуватися на прямих ділянках. Повздовжній ухил таких ділянок повинен бути не більшим за 30 %. В окремих випадках зупинка дозволяється на кривих ділянках. При цьому радіус кривизни повинен бути не меншим за 100 метрів, а вертикальний ухил дороги не більшим за 40%.

В будь-якому разі на розташування зупинок впливатимуть багато факторів: інтенсивність руху транспорту, особливості пішохідного руху, геометричні параметри дороги та тротуарів, планування вулиць і перехресть, тощо.

Обов'язково необхідно забезпечити зручність пересадки там, де має місце перетин, розгалуження чи закінчення кількох маршрутів громадського транспорту, не нехтуючи при цьому зручним використанням всіх цих маршрутів.

Якщо має місце значна за обсягом пересадка пасажирів між маршрутами одного напрямку, потрібно розташовувати зупинки таким чином, щоб це розташування дозволяло б пасажирам не переходити дорогу для пересадки на зазначений напрямок.

Розташовуючи зупинку громадського транспорту, потрібно забезпечити, щоб всі транспортні засоби виконували зупинку таким чином, щоб їх передній бампер знаходився навпроти місця встановлення знаку зупинки руху пасажирів.

У разі розташування зупинок автобусів і тролейбусів за перехрестям повинна бути витримана певна відстань від платформи очікування до пішохідного переходу. Ця відстань не повинна перевищувати 5-10 метрів. Якщо зупинки розташовані на перегоні вулиць населеного пункту і ці вулиці

мають кілька смуг для руху, тоді посадочний майданчик потрібно розташовувати на відстані не більше трьох метрів безпосередньо за пішохідним переходом [5].

Якщо спільна частота автобусного і тролейбусного руху на певних ділянках доріг населених пунктів є більшою за 30 одиниць на годину, в таких випадках зупинки для автобусів і тролейбусів повинні бути рознесені. Спочатку вздовж дороги йде зупинка тролейбуса, а потім автобуса. Відстань між посадочними майданчиками тролейбусів і автобусів має бути не менше 10 метрів [5].

У разі, якщо автобусні чи тролейбусні маршрути мають розрізнені зупинки, маршрути в одному напрямку слід групувати на кожній із них.

На посадкових майданчиках повинно уникати застою води на поверхні під час дощу чи снігу.

Посадкові майданчики можуть мати встановлені павільйони з лавками, а також на них дозволяється розташовувати квиткові каси. Заборонено розташування будь-яких інших кіосків, носіїв реклами, зелених насаджень, тощо. У виняткових випадках на посадкових майданчиках, які влаштовуються на існуючих тротуарах або розділювачах, можуть бути дерева, якщо при створенні зупинки, вони там вже ростуть.

Розташування дорожніх знаків для позначення зупинки маршрутного громадського транспорту виконують відповідно до вимог [7].

Обов'язковою вимогою для зупинок громадського транспорту є наявність інформації про маршрут [9].

З метою підвищення безпеки руху та надання комфортних умов для маршрутних транспортних засобів на зупинках необхідно використовувати дорожню розмітку 1.4 у відповідності до рекомендацій [8]. Розмітку наносять від дорожнього знаку, який позначає межі зупинки, в напрямку, що йде проти руху транспортного потоку. Відстань нанесення повинна перевищувати довжину посадкового майданчику не менше ніж на 30 метрів.

Зупинки громадського транспорту, а також підходи до них, в темний час доби повинні бути освітлені. Потужність цього освітлення має бути не меншою за 15 лк [5].

Реконструкція зупинок міського транспорту на проспекті Металургів поруч із перехрестям з вулицею Рекордною відповідає всім перерахованим вище вимогам.

Для позначення зупинок передбачено використання наступних дорожніх знаків:

- 5.43 «Місце зупинки тролейбусу»;
- 5.41 «Місце зупинки автобусу».

2.4 Обладнання майданчику для паркування мікроавтобусів

По проспекту Металургів за будинком культури планується облаштування місця для відстою між рейсами маршрутних автобусів.

Найпоширенішим видом паркування є паркування транспортних засобів на вулицях біля тротуарів на дорогах з низьким обсягом руху транспорту. Цей тип паркування має переваги та недоліки. Перевагою паркування на вулиці слід вважати можливість припаркувати свій транспортний засіб близько до точки тяжіння, що дає значну економію часу, а також скорочує необхідність додаткових маневрів до під'їзду та паркування автомобіля поза межами проїжджої частини. Ще однією перевагою слід вважати більш економне використання міської території, адже дорога використовується як для руху так і для стоянки автомобіля.

Проте паркування автомобілів уздовж тротуарів призводить до значного зменшення пропускної здатності вулично-дорожньої мережі, а також зниження безпеки та швидкості руху. Крім того, на дорогах, де наявні маршрути руху пасажирського транспорту, паркування може стати перешкодою для їх нормальної роботи.

На проспекті Металургів має місце значна інтенсивність транспортних потоків, тому такий спосіб побудови автостоянки не підходить. Необхідно визначити та облаштувати спеціальний майданчик поза проїжджою частиною проспекту.

Процес стоянки маршрутного транспорту в основному залежить від двох основних факторів: кількості автомобілів, що прибувають на стоянку протягом доби та тривалості простою, тобто часу перебування на стоянці.

Найбільш точна кількість автомобілів, які прибувають на стоянку, визначається оглядом місця. Дослідження стверджують, що процес є пуассонівським, у якому ймовірність кількості автомобілів k , які прибудуть на стоянку протягом інтервалу часу t , визначається формулою [10]:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (2.3)$$

де $\lambda > 0$ – кількість автомобілів в інтервалі часу t .

Паркування транспортних засобів - це фактично система, яка повинна задовольняти попит в паркуванні в даному випадку автобусів. Ця система з обмеженою місткістю. Таким чином, можна розглядати паркінг там сам процес паркінгу в якості системи масового обслуговування. В такій системі фізичні місця для паркування виступають в якості каналів обслуговування і автобуси, які заїжджають на паркінг, є потоком попитів. Загальна кількість місць паркінгу є кількістю каналів обслуговування. Тобто, використовуючи такий підхід, можливо виконати кількісну оцінку якості обслуговування.

Автомобільна парковка є системою масового обслуговування з відмовами. В таких системах будь-який запит, який надходить в систему, або негайно обслуговується, або відхиляється і залишає систему.

Продуктивність такої системи оцінюється за формулою Ерланга, де ймовірність того, що k каналів зайняті послугою [10]:

$$P_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{k!}}{\sum_{k=0}^n \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}, \quad (2.4)$$

де λ - інтенсивність прибуття автомобілів;
 n - кількість паркувальних місць;
 μ – параметр обслуговування.

Параметр обслуговування розраховується за формулою [10]:

$$\mu = \frac{1}{t_{обсл}}, \quad (2.5)$$

де $t_{обсл}$ - середня тривалість стоянки автомобіля.

Приймемо відношення $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$.

Вірогідність того, що всі канали (місця для паркування) вільні [10]:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}}. \quad (2.6)$$

Ймовірність того, що всі місця для паркування зайняті, тобто ймовірність отримання відмови в обслуговуванні [10]:

$$P_n = P_0 \frac{\alpha^n}{n!}. \quad (2.7)$$

Середня кількість зайнятих місць для паркування [10]:

$$N_3 = \sum_{k=1}^n \frac{\alpha^k}{(k-1)!} P_0 . \quad (2.8)$$

Середня кількість вільних місць для паркування [10]:

$$N_0 = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k (n-k)}{k!} P_0 . \quad (2.9)$$

Коефіцієнт простою місць для паркування [10]:

$$K_n = \frac{N_0}{n} . \quad (2.10)$$

Для виконання розрахунків були проведені натурні обстеження. Вони виконувалися на протязі години. За цей час було спостережено 52 маршрутні автобуси, які мають потребу у відстої певний час, тобто $\lambda = 52$. Спостерігався й час знаходження автобусу у відстої між рейсами. Середній час відстою одного автобусу склав 10 хвилин, тобто $t_{обсл} = 10$ хв. За цих умов:

$$\mu = \frac{1}{10} = 0,1 .$$

$$\alpha = \frac{52}{0,1} = 520 .$$

Далі розрахунки виконувалися за допомогою програмного продукту, який спеціалізований для роботи із системами масового обслуговування. Було отримано оптимальну кількість каналів обслуговування $k = 6$. Це означає, що стоянку потрібно проектувати шість місць для відстою маршрутних автобусів.

На маршрутах, які мають кінцеву й початкову зупинки в районі перехрестя проспекту Металургів з вулицею Рекордною, здебільшого

використовуються різні модифікації мікроавтобусів Mercedes Sprinter. Габаритні розміри таких автобусів складають приблизно 6820 x 2160 мм. Відповідно для забезпечення відстою 6 таких автобусів знадобиться площа в 89 м².

Із урахуванням необхідних зазорів між автобусами, що стоять на стоянці, та додаткової площі для заїздів та маневрування, загальна площа майданчику для відстою автобусів між рейсами складе приблизно 150 м².

2.5 Організація пішохідного руху

2.5.1 Організація пішохідного руху пішохідними переходами

Існують різні види пішохідних переходів для переходу проїжджої частини. Усі вони розділені на групи в одному й різних рівнях із проїжджою частиною дороги. Пішохідні переходи в різних рівнях використовуються [2]:

- коли інтенсивність руху пішохідних потоків приблизно однакова протягом доби і є доволі значною;
- при значній ширині проїзної частини дороги;
- коли наявна невідповідність швидкісного режиму руху транспортного потоку умовам безпеки на переході і в цих умовах необхідно зберегти високу пропускну здатність дороги.

На перехресті проспекту Металургів з вулицею Рекордною жодна із зазначених вище умов не виконується, тому вірогідність використання пішохідних переходів на цьому перехресті надалі не розглядаємо.

Проаналізувавши пішохідний потік на перехресті проспекту Металургів з вулицею Рекордною, визначено місця, де пішохідні переходи повинні розташовуватися. Таблиця 2.4 підсумовує результати аналізу, що показує наявність необхідних технічних засобів організації пішохідного руху.

Таблиця 2.4 – Аналіз стану організації пішохідного руху на перехресті

Наявність		Потреба	
розмітка	знаки	розмітка	знаки
-	5.35.1(2)	-	5.35.1(2)

2.5.2 Організація пішохідного руху тротуарами

Рух пішоходів уздовж проїжджої частини має здійснюватися спеціально відведеними тротуарами або пішохідними доріжками.

Було виконано аналіз стану тротуарів в районі перехрестя проспекту Моторобудівників з вулицею Рекордною. Потрібно сказати, що тротуари наявні на всіх підходах до перехрестя. Ширина тротуару достатня й відповідає умовам вільного руху пішохідного потоку.

Щоб уникнути хаотичного пішохідного руху, на ділянці по вулиці Рекордній (з боку розташування ринку та торгівельних комплексів) пропонується встановити пішохідну огорожу загальною довжиною 320 м.

З урахуванням всього вище описаного, була створена нова схема організації дорожнього руху на перехресті проспекту Металургів з вулицею Рекордною, яка наведена на рисунку 2.5 та на слайді 10.

2.6 Екологічна оцінка стану довкілля на перехресті

2.6.1 Розрахунок середніх значень викидів шкідливих речовин

Середньопоточні викиди шкідливих речовин визначаються окремо для легкових і вантажних автомобілів у транспортному потоці на перехресті та на підході до нього. Розрахунки виконуються для одного з чотирьох напрямків руху.

Середній розмір викидів СО одним автомобілем j -го типу на підході до перехрестя та на самому регульованому перехресті, визначається за формулою, г/км [11]:

$$q_j^{CO} = \{ \delta_{oi} L_n^{-1} [a_j v_j + b_j \cdot T_u (1 - \lambda) + c_j] + d_j v_j^{-1} + e_j \} PR_j^{CO}, \quad (2.11)$$

де δ_{oi} – частка автомобілів, які зупиняються перед перехрестям;

a_j, b_j, c_j, d_j, e_j – постійні коефіцієнти для врахування особливостей типів автомобілів;

v_j – середня швидкість руху на підході до перехрестя, км/год;

PR_j^{CO} – добуток поправних коефіцієнтів, що відображають вплив оточення на кількість викидів СО автомобілем певного типу;

L_n – довжина підходу до перехрестя, км.

У таблиці 2.5 наведені значення постійних коефіцієнтів для врахування особливостей типів автомобілів.

Таблиця 2.5 – Значення коефіцієнтів [11]

Тип автомобіля	a_j	b_j	c_j	d_j	e_j
легковий	0,171	0,041	-2,74	68,0	9,65
вантажний	0,656	0,125	-7,50	-604,8	49,0

Частка автомобілів, яка зупиняється на підході до перехрестя, розраховується за формулою [11]:

$$\delta_{oi} = (1 - \lambda) / (1 - y), \quad (2.12)$$

де λ – ефективна («зелена») частка певної фази в циклі роботи світлофору;

y – фазовий коефіцієнт цієї фази.

Ефективна частка фази циклу регулювання розраховується за формулою [11]:

$$\lambda = t_{ef.i} / T_{\text{ц}} , \quad (2.13)$$

де $t_{ef.i}$ – довжина «зеленої» фази з врахуванням затримок при початку руху, с;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу регулювання світлофорного об'єкту, с.

Фазовий коефіцієнт розраховується за формулою [11]:

$$y = N / M_n , \quad (2.14)$$

де N – інтенсивність руху транспортного потоку, авт/год;

M_n – потік насичення на підході до перехрестя, авт/год.

$$M_n = 3600 / (3,45 - 1,15\Delta_n), \quad (2.15)$$

де Δ_n – частка легкових автомобілів в потоці у відсотках.

Середні швидкості руху легкових автомобілів і вантажівок відповідно, що рухаються разом в одному транспортному потоці, визначаються за формулою [11]:

$$v_n = [1 + 0,24(1 - \Delta_n) \cdot (1 - z)] v, \quad (2.16)$$

$$v_e = [1 - 0,24\Delta_{\text{л}}(1 - z)] v, \quad (2.17)$$

де v – значення загальної середньої швидкості руху, км/год;
 z – коефіцієнт завантаження рухом підходу до перехрестя.

$$z = N / N'_{\text{max}}, \quad (2.18)$$

де N'_{max} – максимальна інтенсивність руху транспортного потоку однією смугою, авт/год.

Максимальна інтенсивність руху транспортного потоку однією смугою розраховується за формулою [11]:

$$N'_{\text{max}} = (1070 + 530\Delta_{\text{л}}) \Psi, \quad (2.19)$$

де Ψ – показник, який характеризує щільність транспортного потоку щодо впливу на неї довжини підходу й параметрів регулювання.

$$\Psi = \lambda + 1/2(1 - \lambda) L_n. \quad (2.20)$$

Коефіцієнт PR_j^{CO} визначається за наступними формулами із урахуванням періоду часу [11]:

$$PR_{\text{л}}^{\text{CO}} = 2,07 - 0,09(T - 2005), \quad (2.21)$$

$$PR_{\text{е}}^{\text{CO}} = 2,26 - 0,07(T - 2005), \quad (2.22)$$

де T – фактичний рік визначення розміру викидів CO.

Викид оксидів азоту також розраховується окремо для легкових і вантажних автомобілів за наступними формулами [11]:

$$q_l^{NO} = 2,3 + 0,1(v_l - 34) - 0,05(T - 2005), \quad (2.23)$$

$$q_{\text{в}}^{NO} = 8,0 + 0,17(v_{\text{в}} - 34) - 0,15(T - 2005), \quad (2.24)$$

На перехресті проспекту Металургів та вулиці Рекордної мають місце наступні вихідні дані для виконання розрахунків:

- $L_n = 0,238$ км;
- $N = 428$ авт/год;
- $\Delta_l = 74$ %;
- $v = 50$ км/год.

Потік насичення на підході до перехрестя проспекту Металургів з вулицею Рекордною:

$$M_n = \frac{3600}{(3,45 - 1,15 \cdot 0,74)} = 1385 \text{ авт/год.}$$

Фазовий коефіцієнт:

$$y = \frac{428}{1385} = 0,309.$$

Ефективна частка фази циклу регулювання:

$$\lambda = \frac{24}{56} = 0,429.$$

Показник, який характеризує щільність транспортного потоку:

$$\Psi = 0,429 + 0,5 \cdot (1 - 0,429) \cdot 0,264 = 0,504.$$

Максимальна інтенсивність руху транспортного потоку однією смугою руху:

$$N'_{\max} = (1070 + 530 \cdot 0,74) \cdot 0,504 = 737 \text{ авт/год.}$$

Коефіцієнт завантаження рухом підходу до перехрестя:

$$z = \frac{428}{737} = 0,58.$$

Частка автомобілів, яка зупиняється на підході до перехрестя:

$$\delta_{oi} = \frac{(1 - 0,429)}{(1 - 0,309)} = 0,826.$$

Середні швидкості руху відповідно легкових та вантажних автомобілів:

$$v_{\text{л}} = [1 + 0,24(1 - 0,74)(1 - 0,58)] \cdot 50 = 51,3 \text{ км/год.}$$

$$v_{\text{в}} = [1 - 0,24 \cdot 0,74 (1 - 0,58)] \cdot 50 = 46,3 \text{ км/год.}$$

Коефіцієнт PR_j^{co} для легкових і вантажних автомобілів відповідно:

$$PR_{\text{л}}^{\text{co}} = 2,07 - 0,09(2022 - 2005) = 0,54.$$

$$PR_{\text{в}}^{\text{co}} = 2,26 - 0,07(2022 - 2005) = 1,07.$$

Очікувані значення середніх пробігових викидів CO:

$$q_{\text{л}}^{\text{co}} = \left\{ \frac{0,826}{0,238} [0,171 \cdot 60,1 + 0,041 \cdot 56(1 - 0,429) - 2,74] + \frac{68}{60,1} + 9,65 \right\}.$$

$$\cdot 0,54 = 55,39 \text{ г/км.}$$

$$q_{\text{с}}^{\text{сo}} = \left\{ \frac{0,826}{0,238} \left[0,656 \cdot 54,2 + 0,125 \cdot 56(1 - 0,429) - 7,5 \right] + \frac{604,8}{54,2} + 49 \right\}.$$

$$\cdot 1,07 = 74,69 \text{ г/км.}$$

Очікувані значення середніх пробігових викидів NO:

$$q_{\text{л}}^{\text{NO}} = 2,3 + 0,1(60,1 - 34) - 0,05(2022 - 2005) = 4,06 \text{ г/км;}$$

$$q_{\text{с}}^{\text{NO}} = 8 + 0,17(54,2 - 34) - 0,15(2022 - 2005) = 8,88 \text{ г/км.}$$

2.6.2 Розрахунок середніх інтенсивностей викидів шкідливих речовин

Загальні значення викидів CO від потоку автомобілів на ділянці певної довжини за одиницю часу розраховуються за формулою, мг/(м·с) [11]:

$$Q_{\text{co}} = 2,78 \cdot 10^{-4} \sum q_j^{\text{co}} \cdot N_{pj} \quad (2.25)$$

де N_{pj} – інтенсивність руху певного типу автомобілів з урахуванням особливостей виконання маневрів й середніх тягово-швидкісних характеристик, авт/год.

$$N_{\text{пл}} = (1 \cdot 0,3 + 1,5 \cdot 0,05 + 1,4 \cdot 0,1) N; \quad (2.26)$$

$$N_{\text{пв}} = (1 \cdot 0,15 + 1 \cdot 0,1 + 1,85 \cdot 0,1) N. \quad (2.27)$$

$$N_{\text{пл}} = (1 \cdot 0,3 + 1,5 \cdot 0,05 + 1,4 \cdot 0,1) \cdot 442 = 228 \text{ авт/год.}$$

$$N_{\text{пв}} = (1 \cdot 0,15 + 1 \cdot 0,1 + 1,85 \cdot 0,1) \cdot 442 = 319 \text{ авт/год.}$$

Викиди $C_n H_m$ від транспортного потоку на підході до перехрестя розраховується за формулою, мг/(м·с) [11]:

$$Q_{CH} = 2,78 \cdot 10^{-5} [1,57 - 0,08(T - 2005)](q_l^{CO} N_l + q_g^{CO} N_g), \quad (2.28)$$

де q_j^{CO} – пробіговий викид CO автомобілем певного типу.

Викиди NO від транспортного потоку на підході до перехрестя розраховується за формулою, мг/(м·с) [11]:

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} (q_l^{NO} N_l + q_g^{NO} N_g). \quad (2.29)$$

$$Q_{CH} = 2,78 \cdot 10^{-5} [1,57 - 0,08(2022 - 2005)](205,12 \cdot 199 + 86,85 \cdot 243) \approx 0 \text{ мг/(м·с)}.$$

$$Q_{NO} = 2,78 \cdot 10^{-4} (3,91 \cdot 199 + 8,434 \cdot 243) = 0,786 \text{ мг/(м·с)}.$$

2.6.3 Розрахунок концентрації токсичних речовин в повітрі

Орієнтовна середньодобова концентрація шкідливих речовин, що викидаються разом з вихлопними газами із двигуна автомобіля біля проїжджої частини, розраховується за формулою [11]:

$$C = \frac{D \cdot \varphi \cdot Q \cdot Z}{v \cdot A_1}, \quad (2.30)$$

де D – коефіцієнт впливу поверховості будинків поблизу дороги на збурення повітряного потоку;

φ – коефіцієнт стійкості повітряного потоку, що враховує вплив динаміки повітряного потоку та нестабільності його напрямку на зміну концентрації;

Q – інтенсивність викидів забруднюючих речовин від потоку автомобілів за певний період з врахуванням нерівності їх швидкості, $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{с})$;

Z – коефіцієнт зменшення концентрації вразі віддалення від джерела викиду та який враховує збурення повітряних потоків, м;

v - швидкість вітру, м/с;

A_1 – коефіцієнт щільності забудови поруч із дорогою.

В таблицях 2.6, 2.7 та 2.8 наведені значення коефіцієнтів D , A_1 та Z .

Таблиця 2.6 - Значення коефіцієнту D [11].

Середня кількість поверхів забудови	<3	3..5	5..7	7..12	12..22	>22
Коефіцієнт D	1,00	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6

Таблиця 2.7 - Значення коефіцієнта A_1 [11]

Довжина розривів між будинками	10..19	20..29	30..39	40..49	50..60	60
Коефіцієнт A_1	0,59..0,71	0,72..0,82	0,82..0,9	0,9..0,97	0,97..1,0	1,0

Таблиця 2.8 – Значення параметра Z [11]

x_p , м	Z	x_p , м	Z	x_p , м	Z
0	1	14	0,53	28	0,35
2	0,94	16	0,5	30	0,32
4	0,82	18	0,48	32	0,32
6	0,76	20	0,45	34	0,3
8	0,7	22	0,4	36	0,29
10	0,6	24	0,39	38	0,28
12	0,58	26	0,38	40	0,27

Відносна довжина розривів між будинками розраховується за формулою [11]:

$$\Delta l = 100(1 - \Sigma l_k / L_0), \quad (2.31)$$

де l_k – довжина фасаду k -го будинку поруч із дорогою, м;
 L_0 – фактична довжина будівлі за будівельною лінією, м.

Коефіцієнт стійкості повітряного потоку [11]:

$$\varphi = \theta / \Delta v, \quad (2.32)$$

де θ – коефіцієнт повтору різних напрямків потоку повітря по відношенню до вісі дороги, ($\theta = 0,55 \dots 0,90$ [11]);
 Δv – коефіцієнт поривчастості повітряного потоку, ($\Delta v = 0,8$ [11]).

У [11] рекомендовано для розрахунку концентрації шкідливих речовин обирати не менше шости точок замірів.

Виділимо шість розрахункових точок x . Нехай точки мають наступні значення відстані від проїжджої частини до забудови: 0, 2,5, 5, 7,5, 10 м. Прийнемо для розрахунків кут α між напрямком вітру та дорогою 60° .

Розрахункові точки визначаються за формулою [11]:

$$x_p = x / \sin \alpha. \quad (2.33)$$

Відносна довжина розривів між будинками на підході до перехрестя:

$$\Delta l = 100 \left(1 - \left(\frac{0,012}{0,264} + \frac{0,154}{0,264} \right) \right) = 37 \%.$$

З таблиць обираємо $A_1 \sim 0,88$, $D = 0,7$.

Коефіцієнт стійкості повітряного потоку:

$$\varphi = 0,6 / 0,8 = 0,75.$$

Концентрація шкідливих речовин біля проїжджої частини дороги:

$$C_{CO} = \frac{0,7 \cdot 0,75 \cdot 10,13 \cdot 1}{1 \cdot 0,88} = 6,04;$$

$$C_{CH} = \frac{0,7 \cdot 0,75 \cdot 0 \cdot 1}{1 \cdot 0,88} = 0;$$

$$C_{NO} = \frac{0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,786 \cdot 1}{1 \cdot 0,88} = 0,47.$$

В таблиці 2.9 наведені результати розрахунків Z.

Таблиця 2.9 - Значення параметру Z в обраних розрахункових точках

x	0	2,5	5	7,5	10
x_p	0	2,89	5,77	8,66	11,55
Z	1	0,96	0,91	0,83	0,79

2.6.4 Оцінка результатів розрахунку екологічних показників

Концентрацію шкідливих речовин на ділянці в межах лінії забудови потрібно порівняти із значеннями гранично допустимої концентрації, які наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Гранично допустима концентрація шкідливих речовин [11]

Різновиди шкідливих речовин	ГДК, мг/м ³
CO	3
NO _x	0,1
C _n H _m	0,05

В разі, коли в повітрі має місце не одна токсична речовина, сумарна концентрація цих речовин повинна відповідати наступній умові [11]:

$$\frac{\sum C_i}{ГДК_i} \leq 1, \quad (2.34)$$

де C_i – концентрація відповідної забруднюючої речовини в певній точці повітря.

Значення концентрацій шкідливих речовин на підході до перехрестя поруч із проїжджою частиною та на певних відстанях до забудови наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Концентрації шкідливих речовин (мг/м³)

Шкідливі речовини	Точки спостереження				
	0	2,5	5	7,5	10
C_{CO}	6,04	5,8	5,5	5,01	4,77
C_{CH}	0	0	0	0	0
C_{NO}	0,47	0,45	0,43	0,39	0,37

Перевіримо виконання умови 2.34:

$$\frac{6,04}{3} + \frac{0,47}{0,1} \leq 1.$$

$$6,713 > 1.$$

Умова не виконана і концентрація шкідливих речовин майже в 7 разів перевищує допустимі значення.

Потрібно відмітити, що розрахунки показали порушення вимог екологічної безпеки на перехресті проспекту Моторобудівників з вулицею Рекордною. Ми констатуємо цей факт. Однак вирішення питань екологічної безпеки в рамках одного перехрестя неможливе, тому можемо тільки рекомендувати в подальшому приділити цьому увагу на всій території вулично-дорожньої мережі міста Запоріжжя.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Запропоновані в роботі заходи дозволять підвищити загальну безпеку руху, тому очікується досягнення певної економічної ефективності завдяки зменшенню витрат від дорожньо-транспортних пригод.

Обсяг капітальних інвестицій на впровадження технічних засобів наступний:

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

де K_{cm} – капітальні інвестиції на облаштування майданчику для відстою автобусів між рейсами, грн.;

K_{og} – капітальні інвестиції на встановлення пішохідної огорожі, грн.;

K_{zn} – капітальні інвестиції на дорожні знаки, грн.

Капітальні інвестиції на облаштування майданчику для відстою автобусів. За даними “ Елуад ” вартість спорудження 1 м² проїжджої частини складає 2600 грн. Площа спорудження згідно п. 2.4 – 144 м².

$$K_{cm} = 2600 \cdot 144 = 374400 \text{ грн.}$$

Вартість будівництва 1 метра пішохідної огорожі згідно «Елуад» складає 2500 грн з монтажем.

Потрібна довжина огорожі – 320 м.

$$K_{og} = 2500 \cdot 320 = 800000 \text{ грн.}$$

Капітальні інвестиції на дорожні знаки включають витрати на їх придбання та встановлення дорожніх знаків, а саме:

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

Витрати на встановлення дорожніх знаків можливо визначити так:

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

де $C_{1\text{зн}}$ – вартість встановлення одного дорожнього знаку (361 грн., включно з монтажними матеріалами);
 $n_{\text{зн}}$ – кількість знаків, які потрібно встановити за новою схемою організації дорожнього руху.

Кількість і вартість дорожніх знаків, передбачених новою схемою організації дорожнього руху, наведена у зведеній таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Кількості та вартості дорожніх знаків

Знак №	Знаки, які варто придбати		
	Кількість одиниць	Ціна за одиницю	Вартість одиниці
4.1	1	951	951
4.4	1	951	951
5.35	6	951	5706
Разом	8	-	7608

$$C_{\text{вст.зн}} = 361 \cdot 8 = 2888 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{зн}} = 7608 + 2888 = 10496 \text{ грн.}$$

Загальні капітальні інвестиції для реалізації заходів з удосконалення організації руху:

$$K = 374400 + 800000 + 10496 = 1184896 \text{ грн.}$$

Для перевірки доцільності впровадження заходів за новою схемою організації руху потрібно розрахувати експлуатаційні витрати технічних засобів. Як правило, вартість їх експлуатації визначається за формулою [12]:

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

де C_p – витрати ремонт, утримання системного обладнання і експлуатацію технічних споруд, грн.;

C_a – витрати на амортизацію технічних засобів, грн.

Витрати на ремонт і технічне обслуговування обладнання можливо визначити так [12]:

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

де K_{δ} – інвестиції в технічні засоби, грн.;

n_p – норма відрахувань на ремонт і технічне обслуговування обладнання, % ($n_p = 5\%$ [11]).

У нашому випадку інвестиції в технічні засоби складаються із інвестицій для придбання дорожніх знаків та інвестицій для придбання пішохідної огорожі.

$$C_p = \frac{810496 \cdot 5}{100} = 40525 \text{ грн.}$$

Амортизаційні витрати визначаються так [12]:

$$C_a = \frac{K_{\delta} \cdot n_a}{100}, \quad (3.6)$$

де n_a – норма відрахувань для виконання ремонту і відновлення обладнання, % ($n_a = 24\%$ [12]).

$$C_a = \frac{810496 \cdot 24}{100} = 194519 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію та обслуговування технічного обладнання:

$$C_{\text{експл}} = 40525 + 194519 = 235044 \text{ грн.}$$

Щорічні витрати на розмітку проїжджої частини також повинні бути включені до поточних витрат. Вартість розмітки наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вартість розмітки

Тип	Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	Ціна одиниці, грн	Вартість, грн
1.1	м ²	6	238,23	1429,38
1.5	м ²	14		3335,22
1.6	м ²	8		1905,84
1.12	м ²	5,6		1334,09
1.14.1	м ²	14		3335,22
1.14.2	м ²	12		2858,76
1.18	м ²	3		714,69
Разом		62,6		14914

Поточні витрати на нову схему управління трафіком складають:

$$C_{\text{поточ}} = 235044 + 14914 = 249958 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість збитків від ДТП за поточною схемою руху з урахуванням статистичних даних. За інформацією про кількість ДТП із різними видами тяжкості виконуємо розрахунки збитків від ДТП на перехресті [12]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = K_z \cdot C_z + K_n \cdot C_n + K_m \cdot C_m, \quad (3.7)$$

де K_z, K_n, K_m – кількість ДТП із загиблими, травмованими та матеріальними збитками відповідно;

C_z, C_n, C_m – фактичні збитки відповідно при загибелі людини, при її травмуванні й тільки при наявності ушкоджень мана, грн.

Значення цих збитків наступні: $C_n = 150000$ грн.; $C_m = 100000$ грн.

Кількість ДТП за останній рік: $K_z = 0, K_n = 2, K_m = 18$.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = 150000 \cdot 2 + 18 \cdot 100000 = 2100000 \text{ грн.}$$

Фактичні збитки у дорожньо-транспортних пригодах після впровадження нової схеми руху отримуються через корегування збитків при діючій схемі організації руху за допомогою відповідних коефіцієнтів ефективності певних організаційних заходів. Коефіцієнти зменшення в залежності від задіяних заходів наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Коефіцієнти зменшення збитків [12]

Заходи, що передбачено виконати	Коефіцієнт
Встановлення дорожніх знаків	0,15
Горизонтальна розмітка перехрестя	0,23
Монтаж пішохідної огорожі	0,23

Загальний коефіцієнт зменшення витрат від дорожньо-транспортних пригод можливо визначити так [12]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1) (1 - k_2) (1 - k_3) \dots (1 - k_n). \quad (3.8)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,15) \cdot (1 - 0,23) \cdot (1 - 0,23) = 0,5$$

Після цього визначаємо зниження витрат від дорожньо-транспортних пригод так [12]:

$$\Delta C_{ДТП} = \Delta k \cdot C_{ДТП}^i. \quad (3.9)$$

$$\Delta C_{ДТП} = 0,5 \cdot 2100000 = 1050000 \text{ грн.}$$

Економію річних експлуатаційних витрат можливо розрахувати за наступною формулою:

$$C = \Delta C_{ДТП} - C_{\text{пот}}. \quad (3.10)$$

$$E = 1050000 - 249958 = 800042 \text{ грн.}$$

З метою розрахунку ефективності інвестицій потрібно визначити величину чистого дисконтованого прибутку [12]:

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

де E_t – економія від реалізації інвестицій за рік t , грн.;

K_t - капітальні інвестиції, які необхідні для впровадження нової схеми руху на перехресті грн.;

C_t – річна вартість експлуатації об'єкту, грн.;

i – ставка дисконту, %;

t – очікуваний строк окупності інвестицій.

Для розрахунку чистого дисконтованого прибутку складемо таблицю 3.4. Враховуючи, що інтенсивність трафіку зростає з кожним роком, потрібно зменшувати щорічну економію. Розмір щорічного зменшення – 5 %.

Таблиця 3.4 – Розрахунок чистого дисконтованого прибутку

Рік	Економія від впровадження нової ОДР, грн	Інвестиції, грн	Дисконтний коефіцієнт	Чистий дисконтований прибуток
0	800042	1184896	1	-384854
1	760040	-	0,8065	612972,3
2	722038	-	0,6504	469613,5
3	685936	-	0,5245	359773,4
Разом				1057505

Таким чином, інвестиції окупаються вже на другий рік. Започаткування нової схеми руху на перехресті проспекту Металургів з вулицею Рекордною є економічно вигідним та забезпечує підвищення безпеки руху.

Загальні витрати, економія від реалізації нової схеми руху, термін окупності інвестицій та інші показники економічної ефективності роботи представлені в таблиці 3.5 та на слайді 11.

Таблиця 3.5 - Техніко-економічні показники

Показник	Значення	
	Діюча схема руху	Нова схема руху
1	2	3
1. Капітальні інвестиції, грн.	-	1184896
2. Витрати від ДТП, грн.	2100000	1050000
3. Економія витрат на ДТП, грн.	-	1050000
4. Поточні операційні витрати, грн.	-	249958
5. Економія від реалізації нової схеми руху, грн.	-	800042
6. Чистий дисконтований прибуток, грн.	-	1057505
7. Термін окупності інвестицій, років	-	2

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАХЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Питання, розглянуті в розділі з охорони праці магістерської роботи «Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті пр. Металургів та вул. Рекордної м. Запоріжжя» стосуються аналізу потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника. Для усунення цих небезпек запропоновані певні заходи

Виконання роботи в умовах військового стану значно обмежує можливості щодо збору матеріалу й роботи безпосередньо на об'єкті дослідження. Більшість часу дослідник проводить за комп'ютером. Тому розглянемо небезпеки саме при цьому процесі.

Аналіз потенційних небезпек

До потенційних небезпек можуть входити:

- можливість короткого замикання, через несправності чи пошкодження у силових дротах комп'ютеру, що може призвести до ураження електричним струмом;
- монотонність роботи за комп'ютером, що може призводити до втоми, головного болю ;
- електромагнітне випромінювання комп'ютера може мати негативний вплив на нервову систему і визивати головний біль та погіршення самопочуття;
- при виникненні короткого замикання може виникнути пожежа;
- інші небезпеки.

Ці інші небезпеки розглянуті в додатку А.

В додатку Б показані заходи з загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії та гігієни праці

В додатку В розраховано реальні шкідливі та небезпечні фактори напруженості праці, визначені такі показники умов праці як клас і ступінь шкідливості. Були заміряні параметри як шум, освітленість, монотонність праці, температура та інші.

В додатку Г розглянуті заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях, а саме заходи з пожежної безпеки та заходи цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

Реконструювати вулично-дорожню мережу міста шляхом будівництва нових доріг, технічного відновлення та розширення існуючих вулиць практично неможливо. Особливо це стосується району, що розглядався в роботі, оскільки він розташований у центральній частині міста, де щільність забудови є дуже високою. Зупинки міського транспорту та пов'язані з ними транспортні проблеми пропонується вирішити шляхом їх реконструкції та часткового розділення. Запропоновані заходи щодо паркування маршрутних автобусів дозволять підпорядкувати організацію дорожнього руху під відстою автобусів між рейсами.

Розглянуті заходи організації дорожнього руху дозволять підвищити пропускну спроможність перехрестя, знизити рівень завантаження зупинок маршрутного транспорту, зменшити аварійність, збільшити швидкість руху та виконувати ефективно використання смуг руху. Покращення умов і підвищення безпеки руху дозволять досягти певного економічного ефекту.

Застосування нової схеми організації руху зменшить витрати від ДТП більше ніж на 1 млн. грн.

Якщо врахувати те, що рух транспорту буде безпечним, то можна вважати, що мета роботи досягнута.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Офіційний сайт Запорізької міської ради. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zp.gov.ua/uk/page/pasport-mista>
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. Інструкція до використання вимірювача швидкості «Іскра-1». Київ, Технополіс, 2002. – 26 с.
4. 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.
5. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій». [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802
6. ДБН В.2.3-18: 2007 Споруди транспорту. Трамвайні та тролейбусні лінії. Загальні вимоги до проектування. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2>
7. ДСТУ 4100:2014 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4100_2014.pdf
8. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_2587_2021.pdf
9. Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0160-95#Text>

10. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1989. 207 с.

11. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни „Екологічні характеристики схем організації дорожнього руху”, на тему „Екологічна характеристика руху транспортного потоку на ділянці міської магістралі”, для студентів спеціальності „Організація дорожнього руху” / Укл. В.М. Богаченко, О.О. Бакуліч, О.В. Красильнікова. –К.: КАДІ, 1993 – 28 с.

12. 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

Аналіз потенційних небезпек

Монотонність роботи за ПК приводить до швидшої втоми, це більш ніж 600 однакових дій упродовж 75 % робочого часу за годину. Монотонність роботи, не ергономічність робочого місця призводить до захворювань загально-невротичного характеру у вигляді підвищеної загальної втоми, головного болю, відчуття важкості голови, поганого сну.

Підвищене значення напруги в електричній мережі, і замикання якої може пройти через тіло людини. Пошкодження ізоляції електропроводки може спричинити коротке замикання та уразити людину. Пошкодження може бути від скручування проводів, через зачеплення ногами за проводи та інше.

Підвищений рівень електромагнітних випромінювань, джерелами яких є блоки живлення (50 Гц), системи кадрової розгортки (5 -2 кГц), блок модуляції променя ЕПТ (5-10 МГц). Електромагнітні поля біля комп'ютера (особливо низькочастотні) негативно впливають на нервову систему, включаючи головний біль, запаморочення, депресію, безсоння.

Електризований екран монітору притягує частки пилу, який є у повітрі, та заряджає їх, що викликає роздратованість, сип, запалення шкіри. При роботі на лазерному принтері виділяється озон, який роздратовує слизисту оболонку носа, очей, горла і може приводити до онкологічного захворювання.

При виникненні короткого замикання та попадання іскри до легкозаймистих матеріалів (бумага, спирт для обтирки та інше) може виникнути пожежа, яка може призвести до опіків людини.

Незадовільне освітлення штучного та природного освітлення робочого місця дослідника може призвести до зниження працездатності. Може з'явитися короткозорість, швидка втомленість, що приводить до травмування.

Порушення мікроклімату в кімнаті, де розташований ПК. Від працюючої оргтехніки, інших приладів, що нагріваються, температура в кімнаті підвищується, що призводить до дискомфорту оператора, до більш швидшої втоми.

При появі підвищеного шуму, джерелами якого є жорсткий диск, вентилятор блока живлення мережі, сканери, пересувні механічні частини принтера. Підвищений шум впливає на центральну та вегетативну нервову систему людини, а також на органи слуху.

ДОДАТОК Б

Заходи по забезпеченню безпеки

При роботі на ПК, рівні електромагнітних випромінювань моніторів, що вважаються безпечними для здоров'я, регламентуються нормами MPR 11 1990:10 Шведського національного комітету по вимірах і випробуванням. Ці значення рівнів вважаються базовими. Українські нормативні документи повністю збігаються в частині рівнів ЕМІ з вимогами MPR 11.

Необхідно враховувати, що будь-який персональний комп'ютер, допоміжне обладнання та периферійні пристрої, які експлуатуються разом з ним (принтер, сканер, модем) є електроустановками які живляться напругою до 1000 В й на них і на все, що пов'язано з їх експлуатацією в повній мірі поширюються вимоги електробезпеки.

Тому з метою забезпечення безпеки, для дослідника, так і обслуговуючого персоналу комп'ютерів, при їх експлуатації в лабораторіях, обладнаних комп'ютерами, повинні бути повністю дотримані вимоги електробезпеки ДСТУ 7237:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту».

Для запобігання ураження електричним струмом, необхідно всі дроти, що підходять до ПК та до адаптерів, згорнути у спеціальні ізолюючі вкриття (пластикові коробки). Розташувати їх на стіні, або на полу. Це не дасть можливості пошкодження дротів механічно. «Правил охорони електричних мереж» НПАОП 60.1-1.48-00

Відповідно до вимог розділу «Мінімальні вимоги з охорони праці», директиви ЕС 90/270 ЕЕС виконані основні вимоги до моніторів, які жорстко регламентують безпечні умови роботи і захист здоров'я осіб, що працюють з комп'ютерами:

- символи на екрані чіткі і добре розрізняються;

- зображення позбавлене блимання;
- яскравість та / або контрастність легко регулюються;
- екрани вільні від відблисків і відбиття;
- випромінювання знижені до надзвичайно малих рівнів.

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Рівні позитивних і негативних іонів в повітрі лабораторії з комп'ютерною технікою повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормам ГН 2152-98 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень», які наведені в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 - Рівні іонізації повітря приміщень з комп'ютерною технікою

Рівні іонізації повітря	Кількість іонів в 1 см^3 повітря	
	n^+	n^-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимі	50000	50000

Для підтримки оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів в повітрі лабораторії, обладнаних комп'ютерною технікою, рекомендується використовувати біполярні коронні аероіонізатори.

Джерелом електростатичного поля є позитивний потенціал, який подається на внутрішню поверхню екрана монітора для прискорення електронного променя.

Напруженість поля для кольорових дисплеїв може досягати 18 кВ. Тому із зовнішньої сторони до екрана притягаються з повітря негативні частинки, які при нормальній вологості мають певну провідність.

Якщо зовнішня поверхня екрана заземлена, його електростатичний потенціал знижується: при сухому повітрі на 50%, при вологому більш ніж на 50%. Для зменшення впливу принтера, треба винести його в інше приміщення

Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях з ПК повинні бути передбачені системи вентиляції, кондиціювання та опалення, згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання».

При виборі системи вентиляції, необхідно врахувати, що в приміщеннях з комп'ютерною технікою повинен бути забезпечений 3-х кратний повітрообмін за годину.

ДОДАТОК В

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)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	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 організму, $Вт$	240	8	290	0,83	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців 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, $K_{знач} = 1,0$

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

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

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

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

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

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

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

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 $X_{ензг} = 4$, 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 В

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 Г

Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Заходи з пожежної безпеки

Відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (площа приміщення лабораторії є – 27 кв.м) з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Заходи з цивільного захисту

Оцінка обстановки при аваріях з небезпечними вантажами на залізничному і автомобільному транспорті

Відповідно до ст. 23 Закону України *«Про перевезення небезпечних вантажів»* ліквідацію наслідків аварій, що виникають під час перевезення небезпечних вантажів, здійснюють підрозділи ДСНС та суб'єкти перевезення небезпечних вантажів. Практично з'ясовано, що своєчасне отримання інформації щодо небезпечного вантажу дозволяє вжити відповідні заходи безпеки та запобігти травмування особового складу під час виконання ним своїх обов'язків. Значною мірою ця інформація може бути отримана з маркування небезпечного вантажу.

Аварії з небезпечними вантажами на залізничному і автомобільному транспорті можуть спричинити пожежі, вибухи, хімічне й біологічне

зараження, радіоактивне забруднення. Характерною рисою цих НС є значні розміри та висока швидкість формування зони ураження.

Оцінку оперативної обстановки на місці аварії здійснює керівник гасіння пожежі (КГП), або керівник аварійно-рятувальних робіт (КАРР) із залученням спеціалістів штабу з ліквідації аварії, з метою визначення необхідної кількості сил і засобів для ліквідації джерела забруднення та гасіння пожежі, пошуку і порятунку постраждалих, визначення тактики дій підрозділів та заходів безпеки у зоні хімічного забруднення.

Інформацію про обстановку на місці аварії можна отримувати за наступними джерелами:

- інформацію, яку містить маркування небезпечного вантажу;
- інформацію, яку містять перевізні документи на небезпечний вантаж :
(або) аварійна картка;
- інформацію від осіб, що супроводжують небезпечний вантаж (провідник або фахівець вантажовласника), локомотивні бригади, водія, від громадян, які були свідками аварійної ситуації в цьому або на окремих її етапах.

На автомобільному транспорті необхідно визначити:

- стан вантажу, наявність витікання НХР;
- можливість утворення зони хімічного забруднення;
- заходи безпеки під час проведення робіт з гасіння пожежі та ліквідації наслідків аварій з НХР;
- наявність у осіб, що супроводжують небезпечний вантаж засобів індивідуального захисту.

З маркування небезпечного вантажу, перевізних документів і аварійної картки визначити:

- основні властивості та види небезпеки;
- засоби індивідуального захисту;
- необхідні дії під час гасіння пожежі та ліквідації наслідків аварії;
- заходи долікарської допомоги;
- способи та засоби нейтралізації НХР.