

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

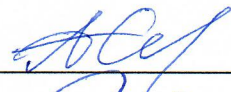
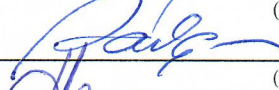
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ НА ДІЛЯНЦІ ВУЛ. ІВАНОВА МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент ІІ курсу, групи Т-319м

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

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

		О.Б. Сардак (прізвище та ініціали)
Керівник		І.М. Райда (прізвище та ініціали)
Рецензент		О.М. 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»

проф. Турпак С.М.

« ____ » _____ 2020 року

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

Сардака Олександра Борисовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) _____ Удосконалення _____ організації _____ руху
 автомобільного транспорту на ділянці вул. Іванова міста Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) _____ Райда Ігор Михайлович,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 р. №354

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____ 30.11.2020 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____ 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Реконструкція перегону вул. Кругова – пр. Моторобудівників. 2.2 Розробка заходів щодо підвищення безпеки руху на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників. 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 проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09-04.10	
2	Аналітична частина	07.10-18.10	
3	Основна частина	21.10-04.11	
4	Економічна частина	05.11-15.11	
5	Охорона праці	18.11-22.11	
6	Оформлення МР	25.11-29.11	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12-14.12	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12-18.12	
9	Захист магістерських робіт	22.12-24.12	

Студент(ка)


(підпис)О.Б. Сардак
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)І.М. Райда
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 78 с., 25 табл., 16 рис., 28 джерел.

АВТОДОРОГА, БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНІЙ РУХ, ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ІНТЕНСИВНІСТЬ, ОСНОВНІ ТАКТИ, ПЕРЕЇЗД, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД, СВІТЛОФОР, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ЦИКЛ РЕГУЛЮВАННЯ

Об'єкт дослідження: вулично-дорожня мережа Шевченківського району міста Запоріжжя.

Мета роботи: розробити заходи щодо підвищення безпеки руху на вулиці Іванова.

Методи дослідження: аналітичний.

В магістерській роботі досліджено основні характеристики транспортних потоків та проаналізовано аварійність, приділена значна увага пішохідному руху та питанням його безпеки.

Обґрунтовано та розраховано реконструкцію перегону вулицею Іванова від Кругової до 8 Березня.

Запропоновано заходи, для забезпечення безпеки руху на перехресті Іванова – 8 Березня.

Запропоновані заходи щодо підвищення безпеки пішохідного руху. Економічні розрахунки дають підставу вважати ці заходи доцільними.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя.....	8
1.1.1 Короткий опис території міста Запоріжжя.....	8
1.1.2 Транспортна інфраструктура Запоріжжя.....	9
1.1.3 Чисельність автомобільного парку і динаміка його розвитку в Україні і Запоріжжі.....	9
1.2 Загальна характеристика району проектування.....	10
1.3 Характеристики транспортних і пішохідних потоків.....	12
1.3.1 Інтенсивність та склад транспортних потоків.....	12
1.3.2 Аналіз швидкісних режимів руху.....	20
1.3.3 Характеристика пішохідних потоків.....	23
1.4 Визначення пропускних спроможностей вулично-дорожньої мережі.....	25
1.5 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод.....	27
1.6 Існуючі недоліки та постановка задач на магістерську роботу.....	28
2 Основна частина.....	29
2.1 Реконструкція перегону вул. Кругова – пр. Моторобудівників...	29
2.1.1 Розрахунок ширини смуг проїжджої частини.....	30
2.1.2 Розрахунок ширини проїжджої частини.....	32
2.1.3 Розрахунок ширини тротуарів.....	33
2.1.4 Визначення параметрів розширення.....	34
2.2 Розробка заходів щодо підвищення безпеки руху на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників.....	35

2.2.1 Оптимізація розташування зупиночних пунктів маршрутного пасажирського транспорту.....	39
2.2.2 Поліпшення організації пішохідного руху.....	44
2.2.3 Облаштування трамвайних і залізничного переїздів.....	47
2.2.4 Організація дорожнього руху в нових умовах.....	48
3 Економічна частина.....	55
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	64
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	64
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	65
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці....	65
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	71
4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	73
Висновки.....	75
Перелік джерел посилання.....	76

ВСТУП

Проблема вдосконалення організації руху автомобільного транспорту у сучасних містах є дуже серйозною. Розвиток міської інфраструктури, постійне збільшення кількості доріг та автомобільного транспорту на дорогах ставить це питання серед найважливіших питань, від яких залежить нормальне функціонування міста, і, зрештою, жителів міста. Це впливає на їхнє здоров'я та життя.

Зростання автопарку та обсягів перевезень призводять до збільшення інтенсивності руху, що призводить до проблем з дорожнім рухом у містах з історично розвиненими будівлями. Це особливо різко проявляє себе у вузлах дорожньої мережі. Збільшуються затримки руху, черги та пробки, що призводить до зменшення швидкості, необґрунтованого споживання палива та зносу деталей та вузлів транспортних засобів. Зміна умов руху, часті зупинки на перехрестях та затори збільшують забруднення міста паливними продуктами. Одночасно з цим збільшується кількість дорожньо-транспортних пригод, в результаті яких мільйони людей гинуть і отримують поранення. Нажаль, місто Запоріжжя не є винятком.

Предметом даної магістерської роботи стала вулиця Іванова, яка знаходиться у Шевченківському районі нашого міста. Саме ця магістраль зв'язує між собою район з центром міста. Підвищення безпеки руху та зниження транспортних витрат на цій ділянці є основними питаннями, що розглядаються в магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя

1.1.1 Короткий опис території міста Запоріжжя

Місто Запоріжжя – обласний центр Запорізької області, один з найбільших адміністративних, індустріальних і культурних центрів півдня України. Кількість мешканців міста на 1 січня 2018 року складала 745 тис.чол., що є шостим показником в Україні [1].

Запоріжжя розкинулося на обох берегах Дніпра, між якими розташований острів Хортиця. Площа міста – 331 км², і це п'яте за площею місто України. Водні ресурси займають 13% території, промислові та складські об'єкти розмістилися на 24%, під сільське господарство використовуються 18%, решту займає житлова забудова [1].

Місто розділене на сім адміністративних районів: Олександрівський, Заводський, Комунарський, Дніпровський, Вознесенівський, Хортицький, Шевченківський. Центром міста вважається лівобережна частина Дніпровського району, Вознесенівський та Олександрівський райони. У Заводському районі зосереджені промислові підприємства, але також є житлові масиви. Решта районів – переважно спальні [1].

До складу міста входить близько 1300 проспектів, вулиць, провулків та площ. Головна вулиця міста, проспект Соборний, який простягнувся на 10,8 км через чотири райони міста [1].

Запоріжжя лежить в зоні континентального клімату у південній кліматичній області, яка характеризується посушливістю та великою кількістю сонячних днів. Зима помірно м'яка і малосніжна. Середньорічна температура + 9,0°C, середня температура липня + 22,8°C, січня - 4,9°C. Абсолютний максимум температур + 40,2°C, мінімум - 29,3°C [1].

1.1.2 Транспортна інфраструктура Запоріжжя

Запоріжжя – важливий транспортний вузол півдня України. Транспортна інфраструктура міста включає шляхи зовнішнього сполучення, внутрішню транспортну мережу і мережу громадського пасажирського транспорту [1].

Запоріжжя – значущий пункт залізничного сполучення, який відноситься до Придніпровської залізниці. У місті функціонують два залізничні вокзали – Запоріжжя-1 та Запоріжжя-2 [1].

Транспортний зв'язок між лівим і правим берегами міста здійснюється через греблю ДніпроГЕСу і мости через Хортицю. Територію міста пересікають важливі транспортні автомобільні артерії: шляхи національного значення: Н08, Н23, Н15; європейська траса Е105; дорога міжнародного значення М14. Міжміські автобусні перевезення пасажирів здійснюються трьома автостанціями і одним автовокзалом [1].

Повітряне сполучення забезпечує міжнародний Запорізький аеропорт, розташований у північно-східній частині міста [1].

Вантажні і пасажирські перевезення водним транспортом обслуговуються річковим вокзалом «Дубовий гай» та річковим портом, що розташовані на лівому березі Дніпра у нижньому і верхньому б'єфі Дніпровської ГЕС відповідно [1].

1.1.3 Чисельність автомобільного парку і динаміка його розвитку в Україні і Запоріжжі

Згідно даним [2] у 2018 році автомобільний парк України налічував 6566 тисяч легкових автомобілів, 250 тисяч автобусів, близько 840 тисяч одиниць мототранспорту.

В таблиці 1.1 наведено дані щодо автомобільного парку Запоріжжя.

Таблиця 1.1 – Автомобільний парк Запоріжжя (за даними [3])

Автотранспортні засоби	Всього
Всього:	477236
у т. ч.: легкових автомобілів	332593
вантажних бортових автомобілів	12988
самоскидів	10626
сідельних тягачів	4092
спеціальних вантажних автомобілів	2841
автобусів	5635
інших автомобілів	32560

Проаналізувавши дані таблиці 1.1 можемо сказати, що у автомобільному парку міста переважають легкові автомобілі – майже 70 %, а також характерна для великого промислового міста кількість вантажних автомобілів – близько 6,4 %.

1.2 Загальна характеристика району проектування

Об'єктом дослідження у магістерській роботі є вулиця Іванова, яка знаходиться в Шевченківському районі. Основні перехрестя ця вулиця має з вулицями Кругова та 8 Березня.

Схема ділянки, що розглядається наведена на рисунку 1.1.

Повздовж вулиці розташована житлова забудова, промислове підприємство АТ «Мотор Січ» та декілька об'єктів соціально-побутового призначення. Зазначена вулиця відноситься до вулиць міського значення. Це пов'язано з використанням її для часткового пропуску транзитного транспортного потоку, що рухається з Донецького напрямку на інший берег ріки Дніпро.

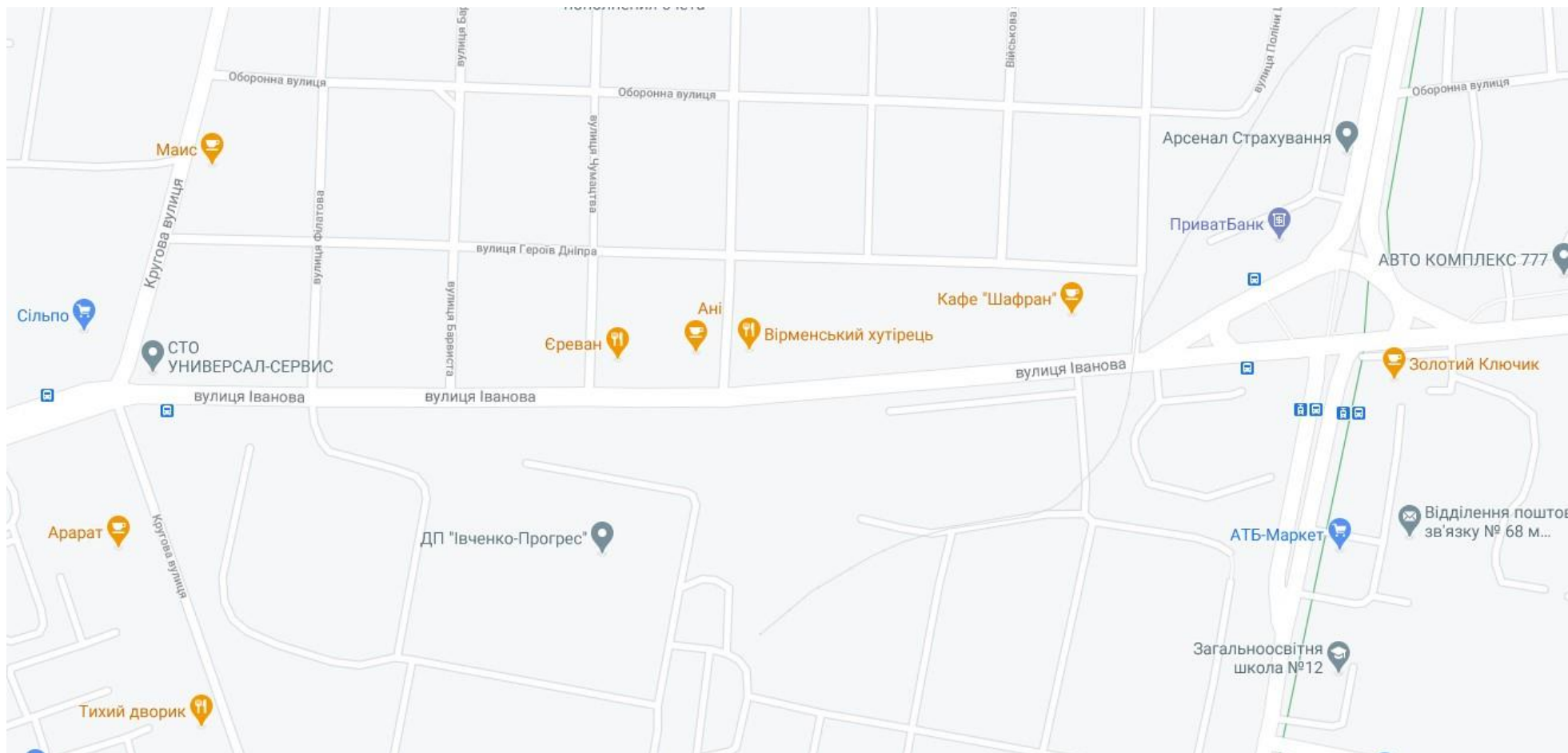


Рисунок 1.1 – Ділянка вулично-дорожньої мережі

Щодо видів руху на ділянці, то обмежень за видами транспорту немає. На цих вулицях рухається приватний, службовий, вантажний транспорт, а також міський пасажирський транспорт, зокрема автобуси та мікроавтобуси.

Треба зазначити, що вулицю Іванова в районі перехрестя з проспектом Моторобудівників перетинає трамвайний рух в обох напрямках. Також на під'їзді до цього перехрестя з боку вулиці Кругової розташований регульований одноколійний залізничний переїзд, який використовує підприємство АТ «Мотор Січ».

Дорожнє покриття знаходиться в задовільному стані. Тротуари по вул. Іванова також в задовільному стані.

Відстані між перехрестями наступні: від вул. Кругова до вул. 8 Березня – 725 м.

Особливістю ділянки вулично-дорожньої мережі, що розглядається, є те, що практично увесь транспорт Шевченківського району проходить по ній до центру міста та інших районів. Це пов'язано з відсутністю інших зручних шляхів, які б поєднували Шевченківські райони 1, 2 та 3 з іншою територією міста. Тому рух на ділянці є досить напруженим і значним практично на протязі всієї доби.

1.3 Характеристики транспортних і пішохідних потоків

1.3.1 Інтенсивність та склад транспортних потоків

На досліджуваній ділянці було проведено дослідження, в ході якого була підрахована інтенсивність в часи пік (з 7:30 до 8:30 та з 16:30 до 17:30). На основі отриманих інтенсивностей розраховуються приведені інтенсивності за формулою [4]:

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

де N_i – інтенсивність групи автомобілів;

K_i – відповідний групі автомобілів коефіцієнт приведення.

Використовуємо коефіцієнти приведення K_i , щоб врахувати вплив різних типів транспортних засобів на фактичну конфігурацію потоку руху. Ці коефіцієнти визначаються при порівнянні їх динамічних габаритів і дорівнюють [4]:

- для мотоциклів – 0.5;
- для легкових автомобілів – 1.0;
- для вантажних автомобілів вантажопідйомністю:
 - до 2 т – 1.5
 - до 5 т – 2.0
 - до 8 т – 2.5
 - до 14 т – 3.5;
- для автобусів – 2.5;
- для тролейбусів – 3.0;
- для автопоїздів вантажопідйомністю
 - до 6 т – 3.0
 - до 12 т – 3.5
 - до 20 т – 4.0
 - до 30 т – 5.0

На рисунку 1.2 Наведені напрямки руху на перехресті вулиць Іванова і Кругової.

У таблицях 1.2-1.5 приведені дані щодо інтенсивностей руху та складу транспортного потоку у відповідності до напрямків руху, що зображені на рисунку 1.1. Дані наведені для ранкових та вечірніх годин «пік» відповідно.

На рисунку 1.3 наведені напрямки руху на перехресті вулиці Іванова і пр. Моторобудівників.

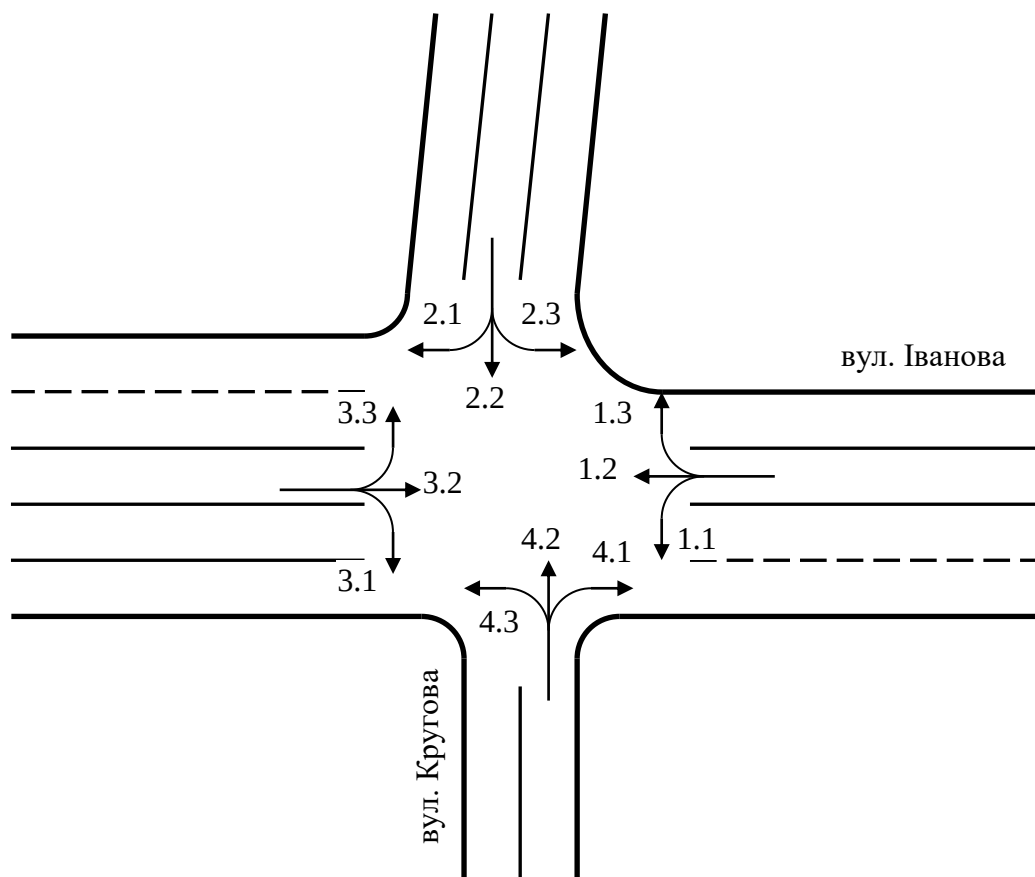


Рисунок 1.2 – Напрямки руху на перехресті Іванова – Кругова

Таблиця 1.2 – Інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова-Кругова в ранковий «пік» 8.00 – 9.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
Легкові	218	592	113	108	51	8	8	572	22	564	112	19
Мікроавтобуси	0	57	0	4	1	2	3	63	1	4	32	2
Вантаж. до 2 т	18	51	7	9	1	2	0	56	1	32	13	2
Вантаж. до 5 т	3	22	0	6	2	0	1	15	0	14	2	0
Вантаж. до 8 т	1	30	0	2	0	0	1	20	2	2	0	2
Вантаж. до 14 т	1	13	1	0	0	0	0	19	1	0	0	0
Автопотяги	0	7	1	0	0	0	0	8	1	1	0	0
Автобуси	2	30	0	0	0	0	0	40	0	1	0	0
Мотоцикли	0	0	0	2	1	1	0	2	0	4	0	0

Таблиця 1.3 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова-Кругова в ранковий «пік» 8.00 – 9.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
Легкові	218	592	113	108	51	8	8	572	22	564	112	19
Мікроавтобуси	0	85,5	0	6	1,5	3	4,5	94,5	1,5	6	48	3
Вантаж. до 2 т	27	76,5	10,5	13,5	1,5	3	0	84	1,5	48	19,5	3
Вантаж. до 5 т	6	44	0	12	4	0	2	30	0	28	4	0
Вантаж. до 8 т	2,5	75	0	5	0	0	2,5	50	5	5	0	5
Вантаж. до 14 т	3,5	45,5	3,5	0	0	0	0	66,5	3,5	0	0	0
Автопотяги	0	28	4	0	0	0	0	32	4	4	0	0
Автобуси	5	75	0	0	0	0	0	100	0	2,5	0	0
Мотоцикли	0	0	0	1	0,05	0,5	0	1	0	2	0	0
Всього	262	1022	131	146	58	15	17	1030	38	660	184	30

Таблиця 1.4 – Інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова-Кругова у вечірній «пік» 17.00 – 18.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
Легкові	115	437	62	96	44	6	15	687	217	389	206	22
Мікроавтобуси	1	58	0	1	0	2	4	60	2	4	18	1
Вантаж. до 2 т	12	42	5	1	1	4	1	74	15	28	24	2
Вантаж. до 5 т	2	14	1	0	1	3	0	26	4	12	1	1
Вантаж. до 8 т	0	21	1	1	0	0	3	32	8	0	1	1
Вантаж. до 14 т	0	7	0	1	2	2	1	29	4	1	0	1
Автопотяги	1	3	0	0	1	0	0	12	2	0	0	1
Автобуси	0	28	0	0	0	0	0	54	0	2	0	1
Мотоцикли	1	0	0	0	2	0	1	1	2	0	2	0

Таблиця 1.5 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова-Кругова у вечірній «пік» 17.00 – 18.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
Легкові	115	437	62	96	44	6	15	687	217	389	206	22
Мікроавтобуси	1,5	87	0	1,5	0	3	6	90	3	6	27	1,5
Вантаж. до 2 т	18	63	7,5	1,5	1,5	6	1,5	111	22,5	42	36	3
Вантаж. до 5 т	4	28	2	0	2	6	0	52	8	24	2	2
Вантаж. до 8 т	0	52,5	2,5	2,5	0	0	7,5	80	20	0	2,5	2,5
Вантаж. до 14 т	0	24,5	0	3,5	7	7	3,5	101,5	14	3,5	0	3,5
Автопотяги	4	12	0	0	4	0	0	48	8	0	0	4
Автобуси	0	70	0	0	0	0	0	135	0	5	0	2,5
Мотоцикли	0,05	0	0	0	0,1	0	0,05	0,5	0,1	0	0,1	0
Всього	143	774	74	105	59	28	34	1305	293	470	274	41

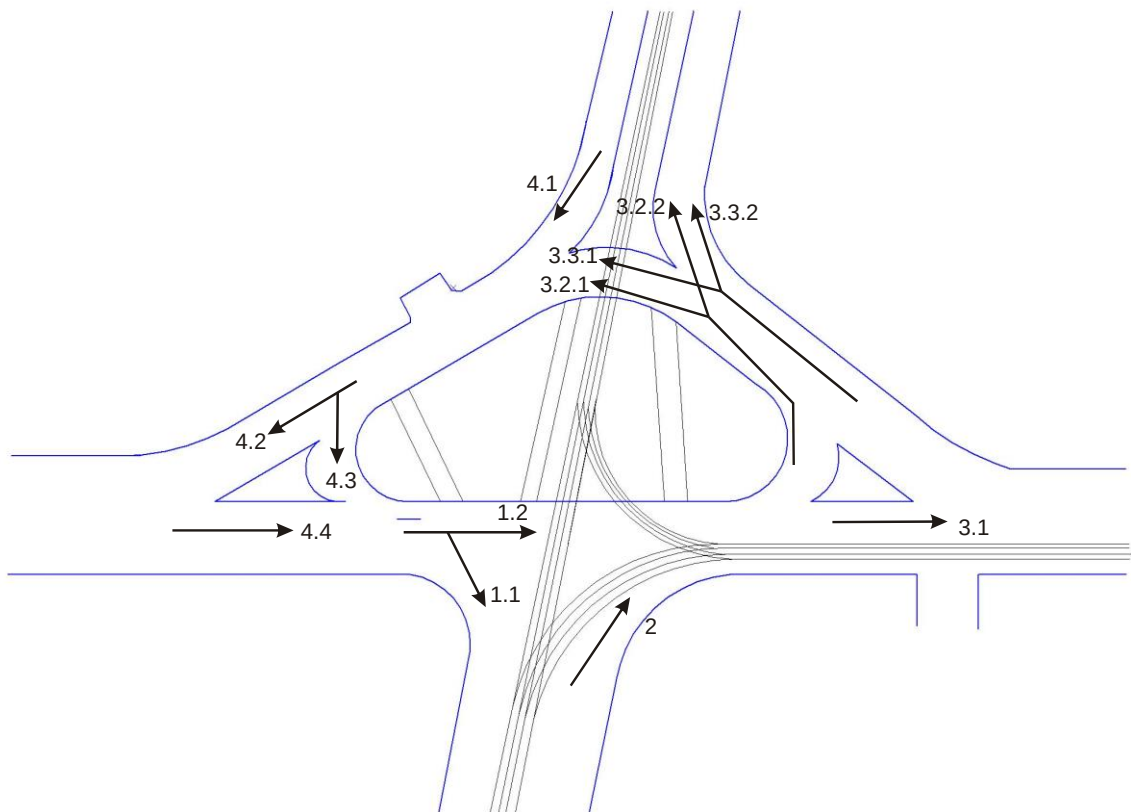


Рисунок 1.3 – Напрямки руху на перехресті Іванова – Моторобудівників

У таблицях 1.6-1.9 приведені дані щодо інтенсивностей руху та складу транспортного потоку у відповідності до напрямків руху, що зображені на рисунку 1.2. Дані наведені для ранкових та вечірніх годин «пік» відповідно.

Таблиця 1.6 – Інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова-Моторобудівників в ранковий «пік» 8.00 – 9.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	2	3.1	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2	4.1	4.2	4.3	4.4
Легкові	507	673	575	692	108	532	523	192	333	467	497	683
Мікроавтобуси	84	77	64	24	3	104	37	7	95	58	77	84
Вантаж. до 2 т	64	89	54	65	8	35	39	13	37	52	32	121
Вантаж. до 5 т	10	34	13	32	0	7	12	11	18	22	8	36
Вантаж. до 8 т	1	25	3	10	0	2	8	2	0	3	0	26
Вантаж. до 14 т	0	9	1	6	0	0	8	0	0	2	0	9
Автопотяги	1	12	2	12	0	0	14	0	3	16	1	12
Автобуси	10	22	19	9	1	38	11	2	45	32	25	7
Мотоцикли	5	1	2	6	0	4	0	0	1	0	5	1

Таблиця 1.7 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова-Моторобудівників в ранковий «пік» 8.00 – 9.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	2	3.1	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2	4.1	4.2	4.3	4.4
Легкові	507	673	575	692	108	532	523	192	333	467	497	683
Мікроавтобуси	126	115,5	96	36	4,5	156	55,5	10,5	142,5	87	115,5	126
Вантаж. до 2 т	96	133,5	81	97,5	12	52,5	58,5	19,5	55,5	78	48	181,5
Вантаж. до 5 т	20	68	26	64	0	14	24	22	36	44	16	72
Вантаж. до 8 т	2,5	62,5	7,5	25	0	5	20	5	0	7,5	0	65
Вантаж. до 14 т	0	31,5	3,5	21	0	0	28	0	0	7	0	31,5
Автопотяги	4	48	8	48	0	0	56	0	12	64	4	48

Кінець таблиці 1.7

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	2	3.1	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2	4.1	4.2	4.3	4.4
Автобуси	25	55	47,5	22,5	2,5	95	27,5	5	112,5	80	62,5	17,5
Мотоцикли	0,25	0,5	0,1	3	0	2	0	0	0,05	0	0,25	0,5
Всього	781	1188	845	1009	127	857	793	254	692	835	744	1225

Таблиця 1.8 – Інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова- Моторобудівників у вечірній «пік» 17.00 – 18.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	2	3.1	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2	4.1	4.2	4.3	4.4
Легкові	664	715	602	784	145	692	408	97	218	308	365	812
Мікроавтобуси	61	91	53	38	2	118	38	5	94	44	71	92
Вантаж. до 2 т	62	71	61	59	4	27	42	8	44	58	41	136
Вантаж. до 5 т	7	26	7	30	1	3	9	13	17	19	5	30
Вантаж. до 8 т	2	22	0	2	2	0	10	1	1	4	0	25
Вантаж. до 14 т	0	4	1	2	0	1	3	2	1	0	0	6
Автопотяги	2	8	3	8	0	0	6	1	4	15	0	18
Автобуси	8	23	20	7	0	34	13	1	37	26	23	18
Мотоцикли	1	0	3	3	1	2	1	0	0	0	1	0

Таблиця 1.9 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті Іванова-Моторобудівників у вечірній «пік» 17.00 – 18.00

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	2	3.1	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2	4.1	4.2	4.3	4.4
Легкові	664	715	602	784	145	692	408	97	218	308	365	812
Мікроавтобуси	91,5	136,5	79,5	57	3	177	57	7,5	141	66	106,5	138
Вантаж. до 2 т	93	106,5	91,5	88,5	6	40,5	63	12	66	87	61,5	204
Вантаж. до 5 т	14	52	14	60	2	6	18	26	34	38	10	60

Кінець таблиці 1.9

Склад потоку	Напрямки руху											
	1.1	1.2	2	3.1	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2	4.1	4.2	4.3	4.4
Вантаж. до 8 т	5	55	0	5	5	0	25	2,5	2,5	10	0	62,5
Вантаж. до 14 т	0	14	3,5	7	0	3,5	10,5	7	3,5	0	0	21
Автопотяги	8	32	12	32	0	0	24	4	16	60	0	72
Автобуси	20	57,5	50	17,5	0	85	32,5	2,5	92,5	65	57,5	45
Мотоцикли	0,05	0	0,15	1,5	0,05	1	0,05	0	0	0	0,05	0
Всього	896	1169	853	1053	161	1005	638	159	574	634	601	1415

Як бачимо з таблиць 1.2-1.9 в ранкові години «пік» більше транспорту рухається з Шевченківського району до центру міста, у вечірні години – навпаки у зворотному напрямку.

На рисунках 1.4, 1.5 наведений склад транспортних потоків на відповідних перехрестях.

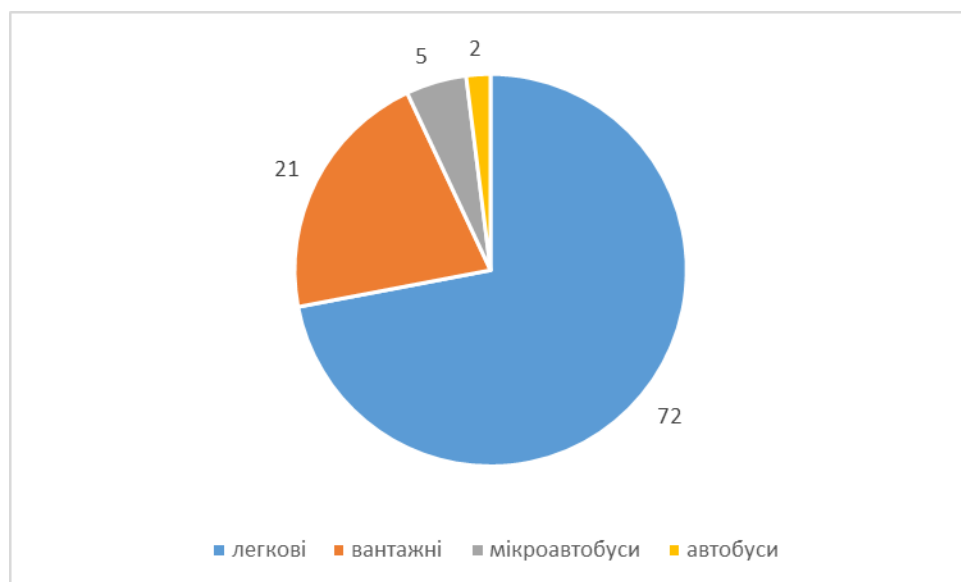


Рисунок 1.4 – Склад транспортного потоку на перехресті вулиць Іванова та Кругова, %

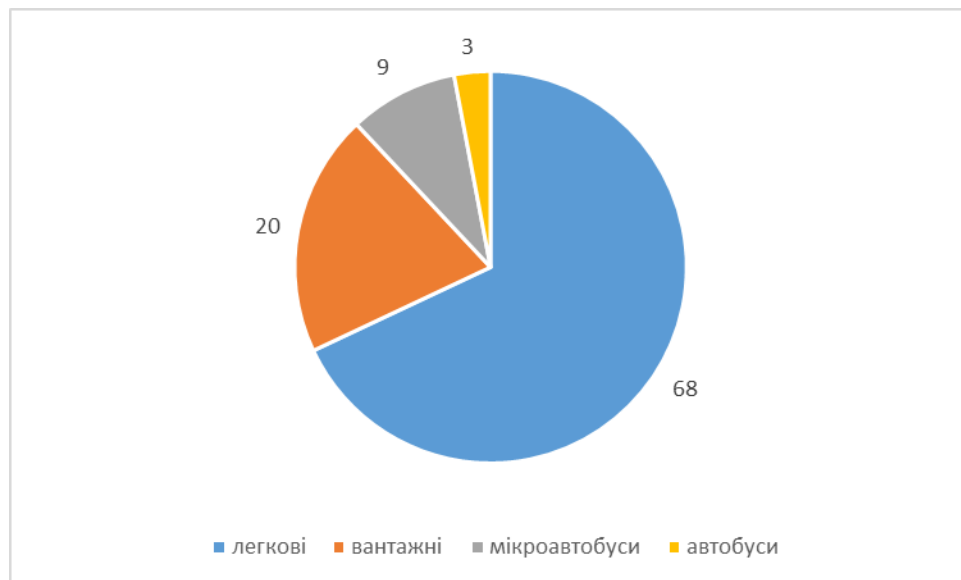


Рисунок 1.5 – Склад транспортного потоку на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників, %

Згідно рисункам 1.4 та 1.5 у транспортному потоці самими масовими є легкові автомобілі. 70 % від усіх автомобілів саме легкові.

Такий відсоток легкових у складі транспортного потоку має місце тільки в години «пік». У між пікові години частка легкових автомобілів знижується до 45-50 % від загальної. Це відбувається за рахунок зниження загальної інтенсивності руху та практично незмінної кількості засобів міських пасажирських перевезень у потоці.

1.3.2 Аналіз швидкісних режимів руху

Швидкість руху на вулиці Іванова вимірюємо приладом «ІСКРА-1».

«ІСКРА-1» - універсальний імпульсний вимірювач швидкості, який в змозі вимірювати швидкість стаціонарно та у русі, вимірювати швидкість зустрічних та супутніх автомобілів, виконувати селекцію цілей за напрямком. Також «ІСКРА-1» сполучається з відеофіксатором «Кадр-1» і персональним комп'ютером [5].

Характеристики вимірювача швидкості «ІСКРА-1» наведені в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Тактико-технічні характеристики «ІСКРА–1» [5]

№	Параметр	Значення
1	Робоча частота	24,15±0,1 ГГц (К-діапазон)
2	Дальність виявлення	не менше 500 – 800 м
3	Діапазон вимірюваних швидкостей	30 – 220 км/год
4	Межі абсолютної погрішності виміру швидкості	±2 км/год
5	Час виміру швидкості	не більше 1 с
6	Дискретність установки граничного значення швидкості	1 км/год
7	Виділення найшвидшої цілі при перевищенні швидкості руху	на 4 км/год
8	Припустима тривалість безупинної роботи	не менше 16 годин
9	Час установки робочого режиму після включення живлення	не більше 3 с
10	Середня споживна потужність	не більше 8 Вт
11	Маса	не більше 0,9 кг (без акумулятора)
12	Припустимі граничні температури	від - 50°C до + 55 °C
13	Габаритні розміри	не більше 265x180x65 мм

Результати вимірювань швидкості по вул. Іванова наведені у таблиці 1.11. Вони містять інформацію про швидкісні режими руху на перегоні між вул. Круговою та пр. Моторобудівників.

Значення середньої швидкості руху [4]:

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

$$\bar{V} = \frac{17715}{872} = 20,3 \text{ км/год.}$$

Таблиця 1.11 – Розподіл швидкостей руху на вул. Іванова за годину

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	247	0,28325688	0,28325688
15-20	17,5	264	0,30275229	0,58600917
20-25	22,5	163	0,18692661	0,77293578
25-30	27,5	92	0,10550459	0,87844037
30-35	32,5	51	0,05848624	0,93692661
35-40	37,5	37	0,04243119	0,9793578
40-45	42,5	18	0,0206422	1

Графічна обробка статистичних даних швидкостей руху наведена на рисунку 1.6.

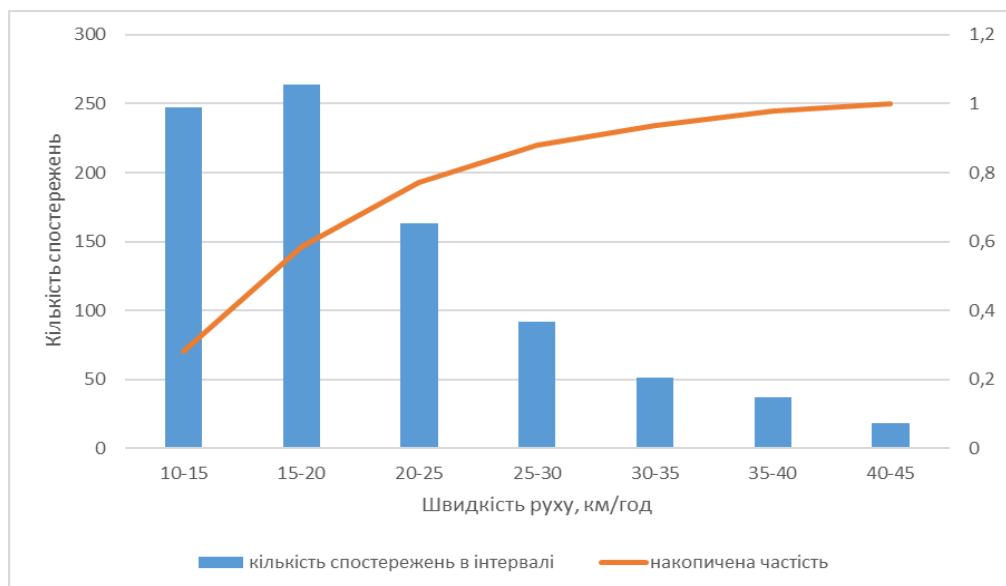


Рисунок 1.6 – Графічна обробка статистичних даних швидкостей руху

1.3.3 Характеристика пішохідних потоків

Рух пішоходів повздовж вулиці Іванова та в районах прилеглих перехресть здійснюється по тротуарах, якими обладнані практично усі ділянки.

За характером руху це пересування перш за все до та від зупинок маршрутного пасажирського транспорту. Крім цього, це рух до об'єктів тяжіння, що розташовані як на самій ділянці, так і у безпосередній близькості до неї.

Під час спостережень був виявлений основний недолік: дуже складна схема пішохідного руху на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників з порушенням багатьох вимог щодо розташування пішохідних переходів. Слід відмітити, що основною причиною цього є значна інтенсивність пішохідних потоків при складній схемі самого перехрестя.

Небезпеки ще додають зупиночні пункти маршрутного пасажирського транспорту, що розташовані на перехресті не раціонально.

Перелічені недоліки слід врахувати при поліпшенні умов руху на ділянці, що розглядається.

На рисунку 1.7 наведена схема основних пішохідних потоків, які рухаються по перехрестю вул. Іванова та пр. Моторобудівників.

У таблиці 1.12 наведені інтенсивності руху пішохідних потоків відповідно напрямків руху за рисунком 1.6.

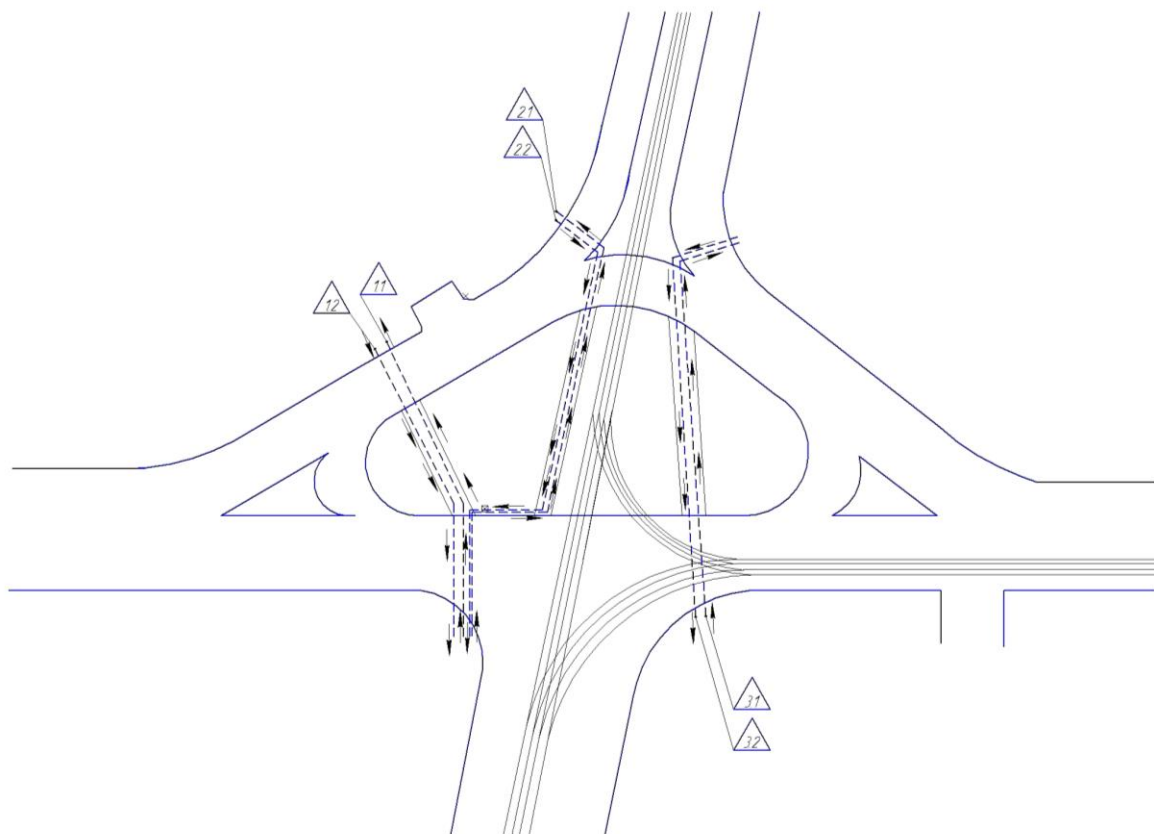


Рисунок 1.7– Схема потоків пішоходів

Таблиця 1.12 – Інтенсивності пішохідних потоків

Напрямок руху	Інтенсивність, чол./год
1.1	606
1.2	350
2.1	54
2.2	150
3.1	50
3.2	52

Наведені інтенсивності спостерігалися з 9 по 10 ранку. Слід відмітити, що вони коливаються на протязі доби і можуть приймати ще більші значення.

1.4 Визначення пропускних спроможностей вулично-дорожньої мережі

Пропускна спроможність за ідеальних умов приймається наступною [6]:

- на двохсмугових дорогах - 2200 авт/год;
- на трьохсмугових дорогах - 4000 авт/год;
- на чотирьохсмугових дорогах - 1800 авт/год (однією смугою).

Завантаження вулиці Іванова і прилеглих перехресть будемо оцінювати, виконуючи аналіз інтенсивність руху транспортних потоків в часи пік і порівнюючи її із пропускною спроможністю дороги.

Пропускна спроможність розраховується за формулою [7]:

$$A_c = \frac{3600 \cdot V}{V \cdot t_p + \beta \cdot V^2 + l_0 + l_a}, \quad (1.3)$$

де V – швидкість, відповідна пропускній спроможності, м/с;

t_p – час реакції водія, с;

l_0 – зазор безпеки, м;

l_a – довжина розрахункового автомобіля, м;

β – коефіцієнт гальмування.

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

де g – прискорення сили тяжіння, м/с²;

f – коефіцієнт опору котінню;

i – повздовжній ухил вулиці;

φ – коефіцієнт повздовжнього зчеплення шин автомобіля з покриттям.

Розрахуємо пропускну спроможність вулиці Іванова на перегоні між вулицею Кругова та проспектом Моторобудівників.

Для розрахунків приймемо наступні значення [7]:

- швидкість, відповідна пропускній спроможності: $V = 5,64$ м/с;
- час реакції водія $t_p = 1,0$ с;
- зазор безпеки: $l_0 = 2$ м;
- довжина розрахункового автомобіля $l_a = 5$ м.

Для розрахунків коефіцієнту гальмування приймаємо згідно [7]:

- прискорення сили тяжіння $g = 9,8$ м/с²;
- коефіцієнт опору котінню $f = 0,02$;
- повздовжній ухил вулиці $i = 0$ (приймаємо відсутність ухилу);
- коефіцієнт повздовжнього зчеплення шин автомобіля з покриттям $\varphi = 0,3$.

Обрані вище значення прийняті для найгірших умов руху.

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

$$A_c = \frac{3600 \cdot 5,64}{5,64 \cdot 1 + 0,16 \cdot 31,8 + 2 + 5} = 1145 \text{ авт/год.}$$

На досліджуваній ділянці дороги по одній смузі руху в кожную сторону. Рух організовано таким чином, що на всій довжині ділянки дороги можна виконувати обгін. Отже зустрічні потоки можуть впливати один на одного, Тому слід розглядати пропускну спроможність не окремо для кожного напрямку руху, а разом для двох напрямків.

Тоді загальна пропускна спроможність дороги в обох напрямках з урахуванням коефіцієнту смуг Фішелясона:

$$A_o = 1145 \cdot 2 \cdot 0,91 = 2084 \text{ авт/год.}$$

Коефіцієнт завантаження рухом визначається по формулі [4]:

$$z = \frac{N_a}{P} \quad (1.5)$$

де N_a – інтенсивність руху, авт/год;

P – пропускна спроможність, авт/год.

$$Z = \frac{1976}{2084} = 0,95.$$

Значення коефіцієнту завантаження $z = 0,95$ відповідає зв'язаним умовам руху. При цих умовах руху будь-яка зупинка в русі одного транспортного засобу стає причиною утворення заторів.

1.5 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортна подія (ДТП) – таке порушення нормального процесу руху механічних транспортних засобів, в результаті якого постраждали люди або був завданий матеріальний збиток [4].

Два перехрестя, що розглядалися вище, є небезпечними з точки зору виникнення ДТП. У таблиці 1.13 наведена статистика ДТП по вулиці Іванова.

Таблиця 1.13 – Статистика ДТП по вулиці Іванова

№	Місце	Кількість ДТП			Вид ДТП		
		2015	2016	2017	зіткнення	Наїзд на пішохода	Наїзд на транспорт, що стоїть
1	Х вул. Кругова	6-0-0	20-0-4	15-0-1	37-0-2	3-0-3	1-0-0
2	Х пр. Моторо- будівників	17-0-2	27-1-1	35-0-3	63-0-0	6-1-5	9-0-0

Згідно таблиці 1.13 можна зазначити, що основними видами ДТП на вулиці Іванова є зіткнення та наїзд на пішохода. Також обидва перехрестя є місцями концентрації ДТП і потребують поліпшення організації руху на них з метою підвищення безпеки руху.

1.6 Існуючі недоліки та постановка задач на магістерську роботу

Розглянувши схему організації дорожнього руху по вулиці Іванова та прилеглим перехрестям, а також зробивши оцінку безпеки транспортного та пішохідного руху, можна зазначити ряд недоліків.

1. Велика кількість ДТП на двох основних перехрестях;
2. Щільні транспортні потоки та затримки руху у пікові години доби на перегоні між вул. Кругова та пр. Моторобудівників;
3. Відносно низька пропускна спроможність для вулиць такого типу;
4. Незадовільний стан організації пішохідного руху на перехресті вул. Іванова та пр. Моторобудівників.

Для усунення зазначених недоліків та підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків на ділянці передбачається наступне.

1. Підвищення пропускної спроможності ділянки шляхом реконструкції перегону вул. Кругова – пр. Моторобудівників;
2. Підвищення безпеки руху за допомогою технічних засобів регулювання різного типу та удосконалення схеми організації дорожнього руху;
3. Усунення недоліків організації пішохідного руху.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Реконструкція перегону вулиця Кругова – проспект Моторобудівників

Розглянемо технічну можливість реконструкції з розширенням вул. Іванова від вул. Кругова до пр. Моторобудівників.

Існуюча схема організації дорожнього руху на цьому перегоні наведена на рисунку 2.1.

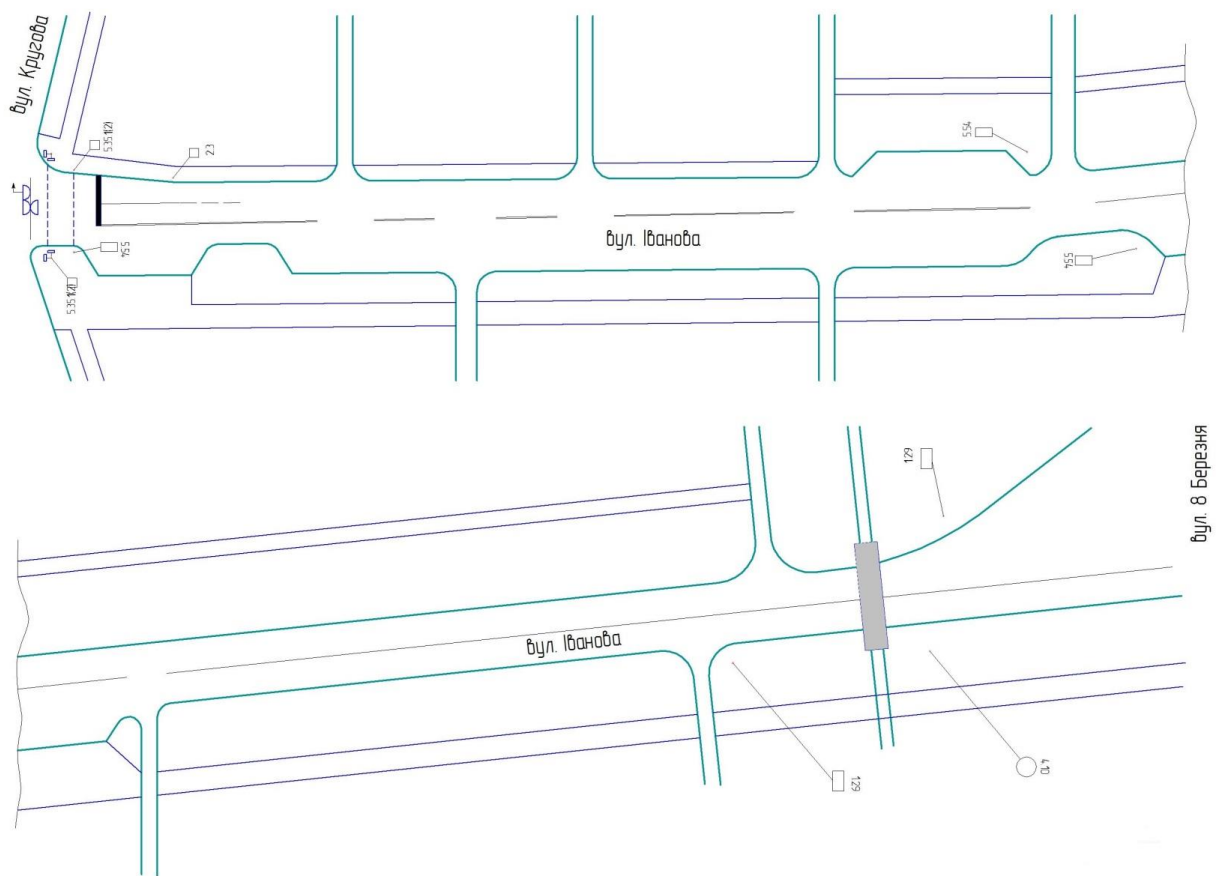


Рисунок 2.1 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перегоні

Для уникнення заторів передбачається розширення проїжджої частини до 4 смуг руху.

Підземні комунікації слід прокладати у межах вулиці на спеціально призначених технічних або інших вільних від забудови смугах. Силові

кабелі, кабелі сигналізації і диспетчеризація прокладаються між червоною лінією і лінією забудови, на розділових смугах прокладають водопровід, газопровід і господарсько-побутову каналізацію; теплову мережу можна прокласти під тротуаром [8].

В даній роботі буде розглянута тільки концепція розвитку транспорту для ділянки проектування.

2.1.1 Розрахунок ширини смуг проїжджої частини

Ширина смуги руху повинна забезпечувати вільний роз'їзд зустрічних автомобілів, а також повинна дозволяти виконувати обгін в безпечних умовах транспортних засобів, що рухаються в одному напрямку.

Ширина смуги руху визначається по формулі [7]:

$$П = A + D + y, \quad (2.1)$$

де A – розрахункова ширина кузова автомобіля.

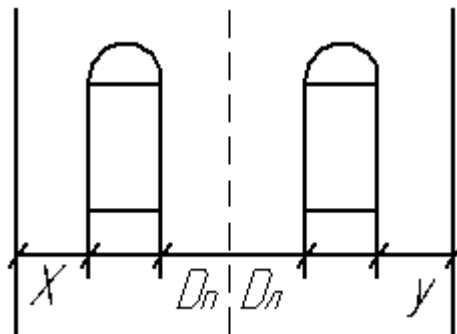


Рисунок 2.2 – Параметри для розрахунків [7]

Виконаємо розрахунок для першої смуги руху.

Відстань від зовнішньої грані сліду колеса до борту або краю проїжджої частини (див. рисунок 2.2) знаходимо з урахуванням швидкості руху по формулі [7]:

$$Y = 0,35 + 0,2 \sqrt{v_p}, \quad (2.2)$$

де Y – достатній зазор до кромки проїжджої частини від зовнішньої грані сліду колеса;

v_p – розрахункова швидкість, приймається максимально припустима швидкість для даної категорії дороги (60 км/год = 16,6 м/с).

$$Y = 0,35 + 0,2 \cdot \sqrt{16,6} = 1,16 \text{ м.}$$

$$D_n = \frac{2D}{2}, \quad (2.3)$$

де D – зазор безпеки між автомобілями при багатосмуговій дорозі.

$$D_n = 1,05 / 2 = 0,525 \text{ м.}$$

Ширина першої смуги руху визначається по формулі [7]:

$$\Pi_1 = A_{вант} + D_n + Y. \quad (2.4)$$

$$\Pi_1 = 2,5 + 0,525 + 1,16 = 4,19 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину першої смуги проїжджої частини рівної 4,5 м згідно [7].

Для другої смуги руху:

$$X = 0,3 + 0,05 v, \quad (2.5)$$

де X – зазор до межі смуги руху.

$$X = 0,3 + 0,05 \cdot 16,6 = 1,13 \text{ м.}$$

Ширину другої смуги руху визначається по формулі:

$$П_2 = A_{\text{легк}} + X + D_{\text{л}} . \quad (2.6)$$

$$П_2 = 1,8 + 0,525 + 1,13 = 3,45 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину другої смуги проїжджої частини рівної 3,5 м згідно [7].

2.1.2 Розрахунок ширини проїжджої частини

Ширина міської вулиці визначається по формулі [8]:

$$B = m \cdot n + k \cdot p, \quad (2.7)$$

де m – прийнята ширина смуги руху, м;

n – кількість смуг руху;

k – ширина запобіжної смуги між проїжджою частиною і бортовим каменем (для вулиць з регульованим рухом 0,5 м);

p – кількість запобіжних смуг.

$$B = 4,5 \cdot 2 + 3,5 \cdot 2 + 2 \cdot 0,5 = 17 \text{ м.}$$

Розрахункові дані перевищують технічно можливі параметри розширення. Тому пропонується першу смугу зробити шириною 3,75 м – мінімально можлива ширина при русі вантажного транспорту. В умовах щільної забудови при реконструкції доріг дозволяється знехтувати запобіжними смугами [8].

Тоді:

$$B = 3,75 \cdot 2 + 3,5 \cdot 2 = 14,5 \text{ м.}$$

2.1.3 Розрахунок ширини тротуарів

Ширину тротуарів слід визначати з урахуванням категорії і функціонального призначення вулиці (дороги) залежно від інтенсивності пішохідного руху. Ширина однієї смуги руху повинна бути кратною 0,75 м. Згідно [9] для магістральної вулиці місцевого значення мінімальна ширина тротуару складає 3,5 м. Проте в умовах реконструкції і малоповерхової забудови допускається – 2,25 м.

Ширина тротуару складається з ходової частини і додаткових бічних смуг [8]:

$$B_{mp} = n \cdot b + c + d, \quad (2.8)$$

де n – кількість ходових смуг;

b – ширина однієї смуги (0,75 м);

c – ширина додаткової смуги між червоною лінією і тротуаром, м;

d – ширина додаткової смуги між проїжджою частиною і тротуаром, м.

Кількість смуг тротуару призначають відповідно до очікуваної інтенсивності руху пішоходів і пропускної спроможності однієї смуги [8]:

$$n = \frac{N_{niu}}{A_{niu}}, \quad (2.9)$$

де N_{niu} – розрахункова інтенсивність руху пішоходів, піш/год.;

$A_{пiш}$ – пропускна спроможність однієї смуги тротуару, піш/год.

Пропускна спроможність однієї смуги тротуару шириною 0,75 м залежить від місця розташування тротуару в поперечному профілі вулиці. У нашому випадку тротуар, розташований уздовж забудови згідно [9] – 700 піш/год. Очікувана інтенсивність пішоходів складе 100 піш/год.

$$n = \frac{100}{700} = 0,14$$

Приймаємо 1 смугу пішохідного руху з одного боку. Тоді мінімально необхідна ширина тротуару з одного боку складе:

$$B_{mp} = 2 \cdot 0,75 = 1,5 \text{ м.}$$

Таким чином, згідно розрахунковим даним і даним [9] приймаємо ширину тротуару 2,25 м зі сторони забудови заводу «Мотор Січ», і мінімально допустиму ширину – 1,5 метри зі сторони власної одноповерхової забудови.

2.1.4 Визначення параметрів розширення

Згідно розрахунковим даним і нормативам [9], а також виходячи з технічної можливості для ділянки проектування доцільним є вжити наступних заходів:

- ширину проїзної частини збільшити до 14,5 метрів (4 смуги руху по 3,75 та 3,5 м у кожному напрямку);
- вздовж реконструйованої ділянки запроектувати з обох боків тротуари завширшки не менше 1,5 та 2,25 м кожний згідно рекомендацій пункту 2.1.3;

- радіуси примикань на перехрестях - не менше 10 м., місцевих проїздів – не менше 8,0 м.[9].

Отже, враховуючи наведені дані потрібно зробити перебудову дороги. Схема такої перебудови наведена на рисунку 2.3.

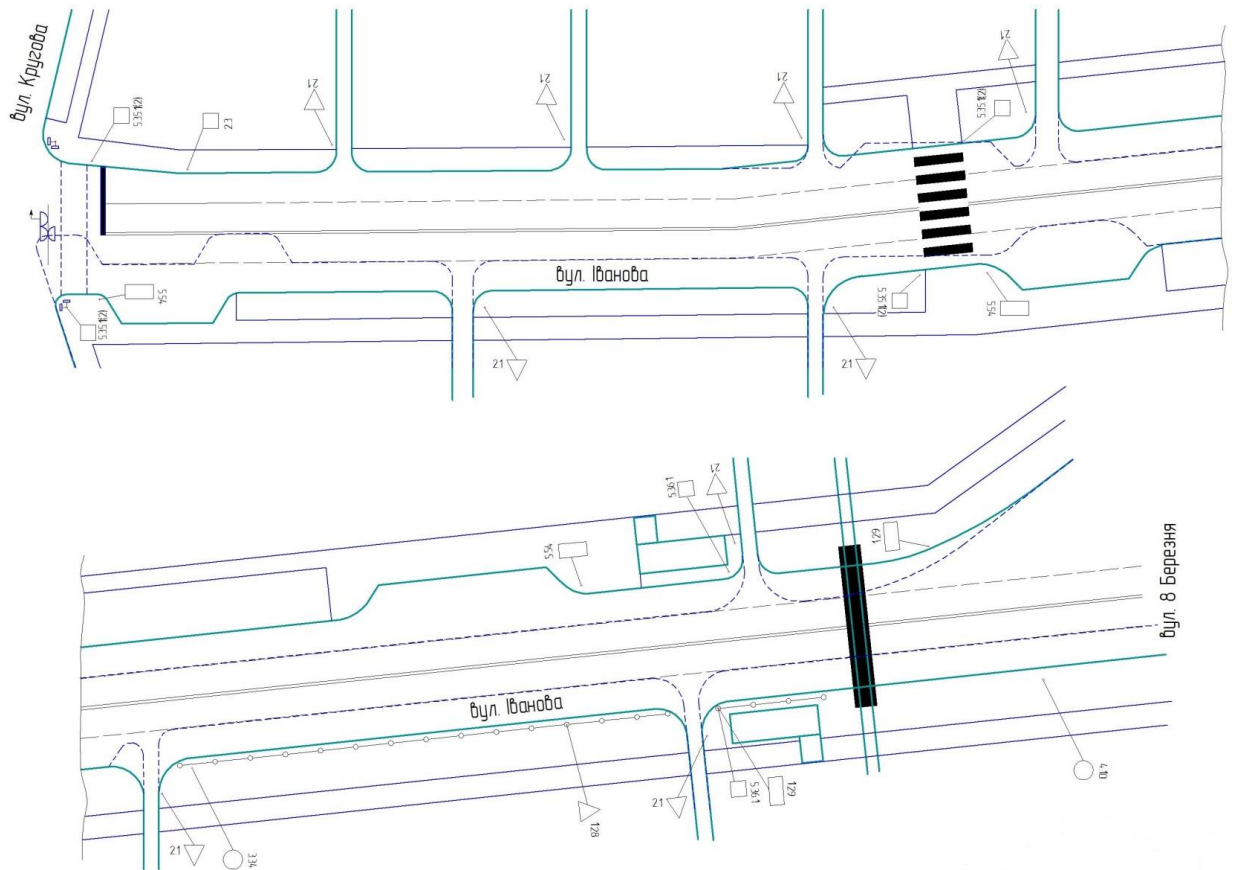


Рисунок 2.3 – Схема реконструкції перегону вулиці Іванова

2.2 Розробка заходів щодо підвищення безпеки руху на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників

Перехрестя вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників має складну форму. Рух транспортних потоків на цьому перехресті організовано за круговою схемою. Також значного ускладнення додає наявність трамвайних колій. Перехрестям проходять 4 трамвайні маршрути.

Круговий рух використовується для скорочення кількості та ступеню небезпеки конфліктних точок на перетинах в одному рівні. Цей захід набув міжнародного признання і підтверджується Конвенцією про дорожній рух [4].

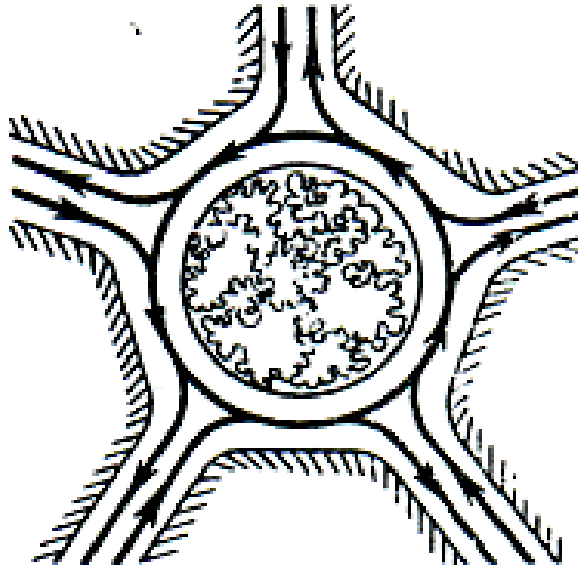


Рисунок 2.4 – Перехрестя з круговим рухом [4]

Основними ознаками організації кругового руху є відсутність конфліктних точок перетинів і заміна їх злиттям та розділенням потоків, як показано на рисунку 2.4, завдяки чому виключається необхідність регулювання руху транспортних засобів і забезпечується примусове зниження швидкості. Розв'язки з такою організацією руху називають тими, що регулюються самі. Для кругового руху характерно обладнання центрального острівка, навколо якого має місце однобічний рух транспортного потоку. Таким чином, організація кругового руху є розвитком методу однобічного руху на перетинах доріг [4].

Важливою перевагою саморегулювання є стабільна надійність роботи розв'язки руху у порівнянні з регулюванням світлофорами, які піддані відмовленням, під час яких порушується чіткість взаємодії водіїв і можливі випадки зіткнення транспортних засобів.

Таким чином, вузли з круговим рухом характеризуються [4]:

- відсутністю конфліктних точок перетинів;
- зниженням швидкості у порівнянні з прямолінійними ділянками руху;
- скороченням зупинок і неперервністю транспортного потоку;
- відсутністю розходів на введення примусового регулювання.

Аналіз умов і безпеки руху показує, що завдяки названим особливостям вузли з круговим рухом відрізняються значно більш високою безпекою, ніж інші вузли, що не регулюються.

Основний недолік подібної схеми організації дорожнього руху – це значне ускладнення організації пішохідних переходів та пішохідного руху взагалі. Для перехрестя, що розглядається, цей недолік також є основним.

За рекомендаціями [6] пішохідні переходи на перехрестях з круговим рухом слід розташовувати поза межами основної площини перехрестя, тобто на підходах до нього. Схема руху пішоходів на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників не відповідає цієї вимозі. Причин такої організації декілька.

По-перше, неправильне розташування зупиночних пунктів маршрутного пасажирського транспорту. Зупиночні пункти є місцями притягнення значних пішохідних потоків. Тому від їхнього правильного розташування залежить вся схема пішохідного руху.

По-друге, значний пішохідний рух через центральний островок у пікові години доби. Це пов'язано зі змінною роботою підприємства «Мотор Січ», що розташовано в безпосередній близькості від перехрестя. Велика кількість робітників прямують на роботу і до дому пішки.

Для усунення цих недоліків передбачається оптимізація розташування зупиночних пунктів маршрутного пасажирського транспорту та реорганізація пішохідного руху на перехресті в цілому.

Існуюча схема організації руху на перехресті наведена на рисунку 2.5.

2.2.1 Оптимізація розташування зупиночних пунктів маршрутного пасажирського автотранспорту

На перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників розташовано 4 зупиночних пункти автомобільного маршрутного транспорту та 2 зупиночних пункти трамваїв. Останні розташовані на проспекті Моторобудівників. Враховуючи схеми руху трамваїв та розташування трамвайних колій, можна говорити, що ці зупиночні пункти мають оптимальне за цих умов розташування.

На рисунку 2.3 наведено схему розташування зупиночних пунктів автомобільного пасажирського транспорту.

Занепокоєння викликають пункти 1 та 4 (див. рисунок 2.6). На пункті 1 зупиняються транспортні засоби, що рухаються маршрутами на Шевченківський район та у сторону аеропорту. Обидва напрямки мають значну кількість автобусів та мікроавтобусів, що здійснюють перевезення за 14 маршрутами. При цьому 5 з них рухаються в бік аеропорту, тобто по вул. Іванова, а інші 9 на перехресті повертають ліворуч на вул. 8 Березня в бік основної житлової забудови Шевченківського району. Цей зупиночний пункт не обладнано заїздом типу «кишеня». Маневрування на ньому перекриває першу смугу руху практично завжди, а іноді й другу смугу. Це стає однією з причин виникнення заторів на перегоні по вул. Іванова.

Пункт 4 обслуговує ті ж напрямки, тільки в зворотному порядку. На відміну від пункту 1, цей зупиночний пункт має заїзду «кишеню», але його розташування безпосередньо на перехресті викликає значний пішохідний потік. Саме цей потік став причиною введення світлофорного регулювання на перехресті.

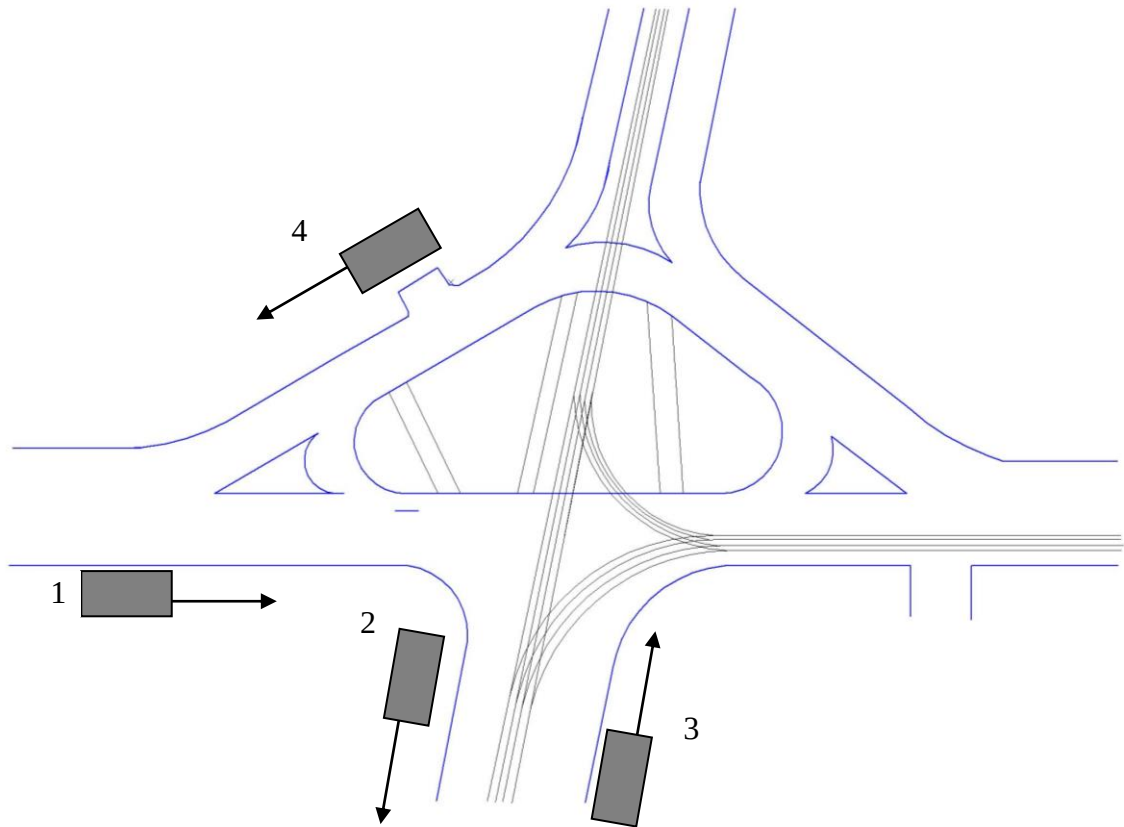


Рисунок 2.6 – Розташування зупиночних пунктів автомобільного пасажирського транспорту

Вибір зупинки залишається за міськими компаніями, що займаються електричним та автомобільним транспортом, які перевозять пасажирів у визначених населених пунктах, але вони повинні бути узгоджені з відповідним місцевим органом поліції.

Існує загальноприйнята класифікація зупинок міського транспорту за певним набором ознак [8].

Так, всі зупинки поділяються за видами маршрутного транспорту на автобусні, трамвайні, тролейбусні, суміщені. Також існує поділ за типами транспортних засобів, а саме зупинки для звичайних, зчленованих, здвоєних та трьохвагонних транспортних засобів. Зупинки класифікуються за кількістю транспортних засобів, які одночасно можуть використовувати цю зупинку – одиночні, подвійні. Існують зупинки постійні, тимчасові та на

вимогу в залежності від характеру їх використання. Всі зупинки поділяються на кінцеві та проміжні за розташуванням їх на певних маршрутах руху.

У нашому випадку зупинки, про які мова йшла вище, є автобусними, для звичайних транспортних засобів, одиночними, постійними та проміжними.

Одиночні зупинки улаштовують, якщо сумарна частота руху маршрутних транспортних засобів, які користуються однією зупинкою, не перевищує 30 одиниць за годину. Подвійні ж зупинки улаштовують тільки тоді, коли вони обслуговують декілька маршрутів одного виду транспортних засобів з сумарною частотою руху більш як 30 одиниць за годину [8].

Аналізуючи дані інтенсивностей руху (див. п. 1.3.1 пояснювальної записки) можна стверджувати, що зупиночні пункти 1 та 4 (рисунок 2.3) не відповідають інтенсивностям руху на них і повинні бути подвійними.

Зупинка міського транспорту складається з посадочного майданчику для пасажирів і певного місця для зупинки транспортних засобів. Початок зупинки зазначається дорожніми знаками (5.41, 5.42, 5.43 згідно з [10]).

Довжина посадочного майданчику для пасажирів визначає межі зупинки. Ця довжина залежить від кількості й типу транспортних засобів, які використовують зупинку. У таблиці 2.1 наведені геометричні параметри посадочних майданчиків на зупинках.

Таблиця 2.1 – Геометричні параметри посадочного майданчику [8]

Типаж маршрутних транспортних засобів	Довжина посадочного майданчику, м	
	поодинокого	подвійного
звичайний	20	35
зчленований	25	45
здвоєний	35	65
трьохвагонний	50	-

Ширина посадочної площадки повинна становити не менше 1,5 м. Однак в залежності від кількості пасажирів, які використовують зупинку, та часу очікування пасажирями транспортних засобів ширина зупинки може збільшуватись. Посадочні площадки на автобусних і тролейбусних зупинках повинні улаштовуватись на рівні 20 см вище поверхні проїзної частини [8].

Площа заїзної «кишені» дорівнює, м^2 [8]:

$$S_{\kappa} = L_{\text{м}} \cdot B_{\text{м}} + \frac{L_n^1 \cdot B_n^1}{2} + \frac{L_n^2 \cdot B_n^2}{2}, \quad (2.10)$$

де $L_{\text{м}}, B_{\text{м}}$ – довжина та ширина майданчику для посадки пасажирів відповідно, м;

$L_n^1, B_n^1, L_n^2, B_n^2$ – довжина та ширина підходів до майданчику (вхід та вихід), м.

Розрахуємо відповідні площі. Так як конструкції «кишень» однакові в обох напрямках, то розрахунки будуть вірними для обох зупинок.

$$S_{\kappa} = 53 \cdot 3 + \frac{5,5 \cdot 3}{2} + \frac{3 \cdot 3}{2} = 172 \text{ м}^2.$$

Площа однієї зупинки – 172 м^2 .

Загальна площа зупинок – 344 м^2 .

Посадочні майданчики повинні легко очищуватись. На них не допускається застій води після миття або дощу. На посадочних майданчиках не повинно бути ніяких об'єктів чи споруд, зелених насаджень, тощо які ставали б перешкодами для пасажирів чи транспортних засобів [8].

Дорожні знаки для позначення зупинки розташовуються відповідно до вимог [10].

Зупинка міського транспорту повинна мати маршрутну інформацію згідно з [11].

Для підвищення безпеки зупинки необхідно використовувати дорожню розмітку 1.4 згідно з [12] від початку зупинки (від дорожнього знаку, що її позначає), на відстань, що більше довжини посадочного майданчику на 30 м.

Перебудова зупинок міського транспорту на перехресті вулиці Іванова і проспекту Моторобудівників повинна відповідати усім вимогам, що були наведені вище.

Для позначення місць зупинок використовується наступний дорожній знак: 5.41 “Місце зупинки автобусу”. Крім цього пропонується розмежувати зупинки автобусів за пунктами призначення (житловими районами міста). Це дозволить поліпшити організацію посадки-висадки пасажирів та підпорядкує рух транспортних засобів, що працюють на різних маршрутах.

Передбачається виділення таких напрямів:

а) при русі в бік центру міста:

- маршрути, що на перехресті пр. Соборного і вул. Української повертають ліворуч чи їдуть прямо, а також повертають ліворуч після перехрестя вул. Іванова з вул. Кругова (№№ 19,23,24,43,53,94);
- маршрути, що на перехресті пр. Соборного і вул. Української повертають праворуч (№№ 3,4,69,70,72,89);

б) при русі від центру міста:

- основна житлова забудова Шевченківського району (№№ 19,23,43,53,70,72,89,94);
- в бік аеропорту (№№ 3,4,24,37).

Крім рознесення за напрямками передбачається перенесення декотрих зупиночних пунктів. Пункт 4 переносимо за межі перехрестя. Це дасть змогу уникнути пішохідних потоків через центральний острівок. Пункт 1 розділяємо навпіл. Маршрути, що прямують до основної забудови Шевченківського району, також переносимо за межі перехрестя на вул. 8 Березня. Це дозволить зменшити проблеми руху основного транспортного потоку, що виникають зараз біля зупиночного пункту 1.

Схема розташування зупиночних пунктів, яка пропонується, наведена на рисунку 2.7.

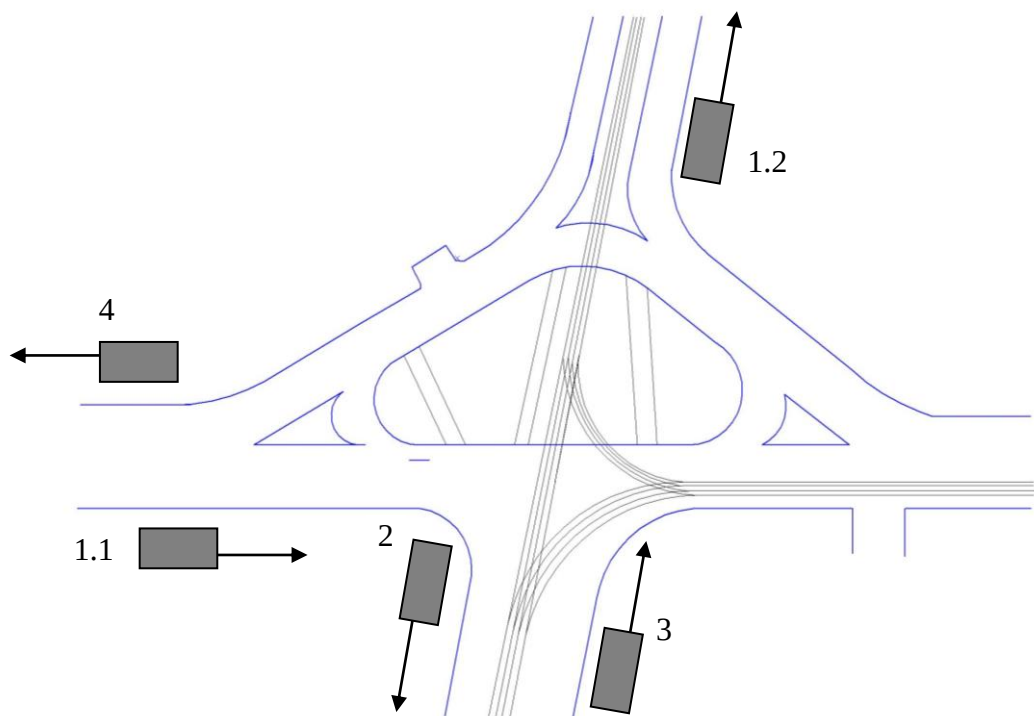


Рисунок 2.7 – Проектна схема розташування зупиночних пунктів

2.2.2 Поліпшення організації пішохідного руху

З метою зменшення транспортних затримок і для вирішення проблем пішохідного руху в районі перехрестя вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників в роботі передбачається проектування підземного пішохідного переходу, схема якого наведена на рисунку 2.8.

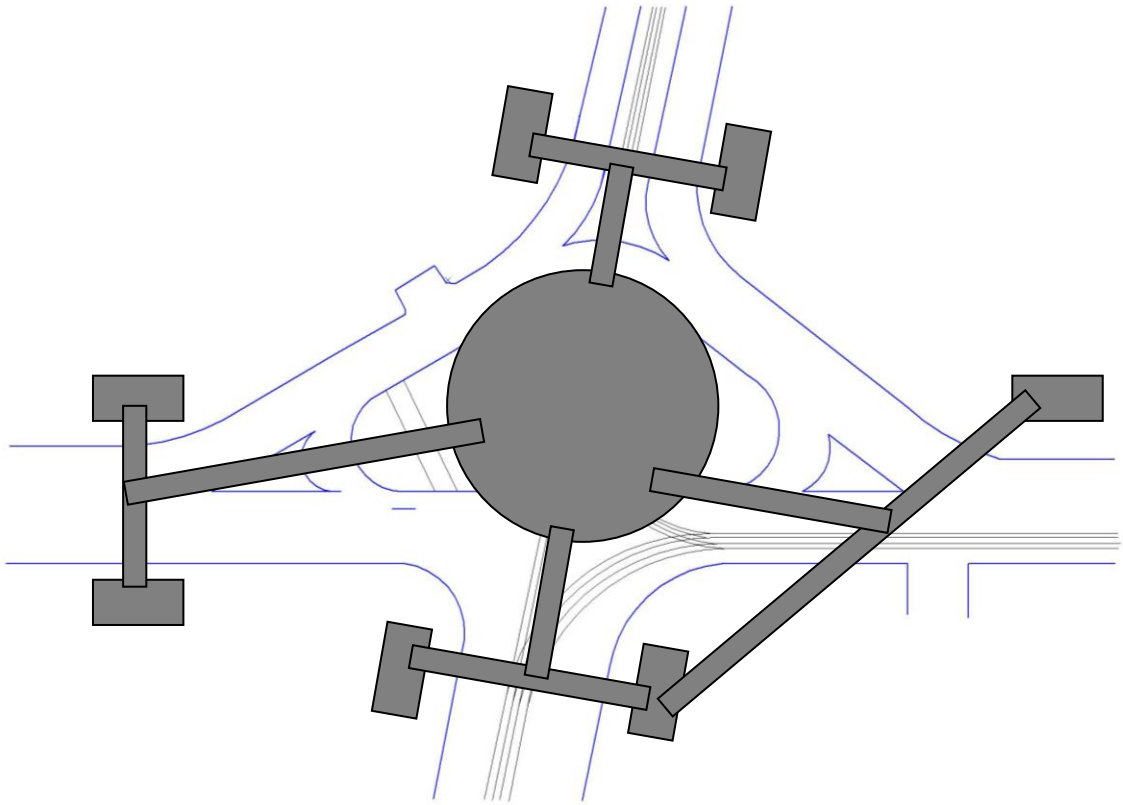


Рисунок 2.8 – Схема підземного пішохідного переходу

Середню швидкість пішохідного потоку в підземному переході, в якому зустрічні потоки розділюються, можливо прийняти 1,2 м/с відповідно до [6]. там же рекомендована ширина смуги руху в 1 метр та рівень вільного руху – 1-1,3 м²/чол.

Тоді можливо розрахувати пропускну спроможність однієї смуги руху, чол./год. [6]:

$$N_{np} = \frac{3600V_n}{k_{ep}}, \quad (2.11)$$

де V_n – швидкість пішохідного руху, м/с;

k_{ep} – рівень вільного руху, м²/чол.

$$N_{np} = \frac{3600 \cdot 1,2}{1,3} = 3323 \text{ чол./год.}$$

Отримані дані суперечать рекомендаціям [13] через відсутність урахування впливу сходів підземного переходу. Враховуючи це, пропонується значення пропускної спроможності прийняти саме для сходів.

Параметри пішохідного руху сходами наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри пішохідного руху сходами [6]

Елемент переходу	k_{ep} , м ² /чол	V_n , м/с	N_{np} , чол./год.
Сходи			
вверх	1,1	0,35	1100
вниз	1,0	0,42	1500

Отже, приймаємо, відповідно до рекомендацій таблиці 2.2, значення пропускної спроможності однієї смуги руху – 1100 чол/год.

За даними таблиці 1.11 на перехресті максимальна інтенсивність пішохідного руху становила 600 чол/год. Це означає, що ширина всіх підземних проходів повинна вміщувати 2 смуги руху (по одній в кожному напрямку). Значить ширина проходів складе 2 м.

В таблиці 2.3 зведені геометричні параметри нового підземного переходу на перехресті (за рекомендаціями [6]).

Таблиця 2.3 – Геометричні параметри підземного пішохідного переходу

Довжина проходів, м	Ширина проходів, м	Висота проходів, м	Діаметр центральної площі, м	Загальна площа переходу, м ²	Загальний об'єм переходу, м ³
110	2	2,5	30	315	788

2.2.3 Облаштування трамвайних та залізничного переїздів

Від загального стану переїзду трамвайних чи залізничних колій на будь-якому перехресті залежать дві основні характеристики, за якими оцінюють якість організації дорожнього руху. Це рівень безпеки та пропускна здатність перехрестя.

Незадовільний стан переїзду може призвести до непередбачуваної зупинки автомобіля на ньому. Це викликає перешкоди для руху всього транспортного потоку, маневрування та різку зміни швидкості. Всі ці фактори є чинниками виникнення ДТП. Тому рівень безпеки за таких умов падає.

Переїзди утворюють значні затримки руху, які призводять до зниження середньої швидкості транспортного потоку. Відповідно зниженню швидкості знижується і фактична пропускна спроможність перехрестя. Виникають затори.

Для перехрестя вулиць Іванова та проспекту Моторобудівників ця проблема стоїть особливо гостро. На території перехрестя розташовані один залізничний та два трамвайних переїзди.

Тому для уникнення зазначених проблем необхідно утримувати переїзди у відповідному гарному стані. Основна проблема такого утримання – це руйнування дорожнього покриття у безпосередній близькості до трамвайних чи залізничних колій. Це діється через значні вібрації під час руху рухомого складу. Якщо уникнути вібраційних напружень, підтримувати переїзд у задовільному стані можливо значно простіше та дешевше.

Для вирішення цієї проблеми пропонується використання такого покриття дороги, яке б не руйнувалося під час впливу вібрації.

Проаналізувавши сучасні науково-технічні розробки з цього приводу, у магістерській роботі пропонується використання переїздів з гумовими панелями.

Дорожні системи для переїздів з гумовими панелями – це ідеальний ланцюг, який поєднує дорогу з рейками. У Європі подібні системи використовуються вже понад 30 років і дуже добре себе зарекомендували [14].

Гумові панелі встановлюються на шпали, з'єднуються у шпунт і закріплюються проміж та за рейками. Система швидко монтується та демонтується.

Подібні системи значно знижують затримки руху на переїздах, мінімізують затрати на утриманні переїздів. Поверхня панелей забезпечує гарне зчеплення, знижує рівень шуму від автомобільного руху [14].

2.2.4 Організація дорожнього руху в нових умовах

Після перенесення зупиночних пунктів маршрутного автомобільного пасажирського транспорту та реорганізації схеми пішохідного руху на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників можлива корінна зміна схеми організації транспортних потоків. За відсутності перетинів з пішохідним рухом в одному рівні доцільним є відмова від світлофорного регулювання на цьому перехресті.

Форма перехрестя та круговий рух на ньому передбачають саморегулювання.

Відмова від світлофорного регулювання значно скоротить затримки руху автомобільного транспорту. Для врахування цього фактору в економічній частині роботи потрібно виконати відповідні розрахунки.

Середню затримку одного автомобіля при ізольованому регулюванні обчислюють за формулою Вебстера, с. [15]:

$$t_{\Delta p} = 0.9 \left[\frac{T_u (1 - \lambda)^2}{2(1 - \lambda x)} + \frac{x^2}{2N(1 - x)} \right], \quad (2.12)$$

де T_u – довжина циклу регулювання світлофорного об'єкту, с;
 λ – відношення довжини дозволяючого сигналу до циклу;
 x – ступінь насичення напрямку руху;
 N – інтенсивність руху транспортних засобів в даному напрямку, од/год.

$$\lambda = t_o / T_u, \quad (2.13)$$

де t_o – довжина основного такту, с.

$$x = \frac{N \cdot T_u}{M_n \cdot t_o}, \quad (2.14)$$

де M_n – потік насичення даного напрямку, од/год.

Для випадку руху в прямому напрямку по дорозі без повздовжніх ухилів потік насичення розраховується за формулою [15]:

$$M_{n\,np} = 525 \cdot B_{nч}, \quad (2.15)$$

де $B_{nч}$ – ширина проїжджої частини у даному напрямку, м.

Формулу (2.15) можна використовувати при $5,4 \text{ м} \leq B_{nч} \leq 18 \text{ м}$. Якщо ширина проїжджої частини менше ніж 5,4 м, для розрахунків можна використовувати дані таблиці 2.4 [15].

Таблиця 2.4 – Значення потоку насичення

$M_{n\,np}$, од/год	1850	1875	1950	2075	2475	2700
$B_{nч}$	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,1

В залежності від повздовжнього ухилу дороги на підході до перехрестя змінюється розрахункове значення потоку насичення. Кожний відсоток ухилу на підйомі знижує (на спуску – збільшує) потік насичення на 3 % [15].

У випадках руху транспортних засобів прямо, а також ліворуч і праворуч одними смугами руху, якщо інтенсивність лівоповоротних і правоповоротних потоків складає більше 10 % від загальної інтенсивності руху, потік насичення, отриманий за формулою (2.15) або з таблиці 2.4, корегують у відповідності з [15]:

$$M_n = M_{нпр} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (2.16)$$

де a , b і c – інтенсивність руху транспортних засобів відповідно прямо, ліворуч і праворуч у відсотках від інтенсивності напрямку.

Необхідність корекції пов'язана зі зменшенням потоку насичення, тому що автомобілі, які повертають ліворуч або праворуч із загальної смуги руху, затримують основний потік прямого напрямку.

Для право- та лівоповоротних потоків, що рухаються за окремими смугами, потік насичення визначається за формулами [15]:

$$\text{для однієї смуги} \quad M_{нпов} = \frac{1800}{1 + 1,525 / R}; \quad (2.17)$$

$$\text{для двох смуг} \quad M_{нпов} = \frac{3000}{1 + 1,525 / R}; \quad (2.18)$$

де R – радіус повороту, м.

Для виконання розрахунків за наведеними формулами потрібно визначитися з напрямками руху, які залежать від світлофорного регулювання. Згідно рисунку 1.2 та існуючий схемі руху до таких напрямків відносяться 1.1, 1.2, 4.2, 4.3.

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати розрахунків середніх затримок руху

напрямок	R , м	N , од/год	M_n , од/год	T_u , с	t_o , с	x	λ	$t_{\Delta p}$, с
1.1	4,75	896	239	60	26	8,65	0,433	-
1.2	-	1188	239	60	26	11,47	0,433	-
4.2	-	1415	192	60	26	17,01	0,433	-
4.3	7,8	835	192	60	26	10,04	0,433	-

Із таблиці 2.5 видно, що розрахувати затримки за наведеною методикою неможливо. Таке відбувається, коли мають місце постійні затори руху [15]. В цьому випадку можливо врахувати затримки руху за наближеною формулою [15]:

$$t_{\Delta p} = \frac{T_u - t_o}{2}. \quad (2.19)$$

Тоді для всіх напрямків руху:

$$t_{\Delta p} = \frac{60 - 26}{2} = 17 \text{ с.}$$

Якщо прийняти ефективний період доби за 14 годин, сумарні затримки (год/рік) при ізолюваному регулюванні визначаються як [15]:

$$Z_{iz} = \frac{365 \cdot 14}{3600} \sum_{j=1}^4 \bar{t}_j N_j, \quad (2.20)$$

де N_j - відповідні інтенсивності руху, од./год.

В таблиці 2.6 наведені сумарні затримки (год/рік) при ізолюваному регулюванню по ділянкам з урахуванням складу потоків на них.

Таблиця 2.6 – Сумарні затримки (год/рік) при ізолюваному регулюванні по напрямкам.

Напрямок	1.1	1.2	4.2	4.3	Разом
Легкові	16028,96	17260,1	8811,1	19601,68	61701,84
Мікроавтобуси	2208,81	3295,11	2570,91	3331,32	11406,15
Вантаж. до 2 т	2245,02	2570,91	1484,61	4924,56	11225,1
Вантаж. до 5 т	337,96	1255,28	241,4	1448,4	3283,04
Вантаж. до 8 т	120,7	1327,7	0	1508,75	2957,15
Вантаж. до 14 т	0	337,96	0	506,94	844,9
Автопотяги	193,12	772,48	0	1738,08	2703,68
Автобуси	482,8	1388,05	1388,05	1086,3	4345,2
Мотоцикли	1,207	0	1,207	0	2,414

Після введення пропонованих рішень затримки в цих напрямках будуть відсутні, окрім конфлікту напрямку 4.4 з напрямком 4.3 (див. рисунок 1.2).

Потрібно розрахувати затримки руху в цьому випадку.

Згідно схемі руху, що пропонується (див. рисунок 2.10) напрямок 4.4 є головним. На нерегульованих перехрестях при наявності знаків пріоритету рух головною дорогою забезпечується практично без затримок. На другорядній дорозі водій, що не має права проїзду першим, вимушений очікувати можливості руху.

Затримки руху на такій дорозі розраховуються за формулою, с [15]:

$$t_{\Delta n} = \frac{e^{N_z \cdot t_{zp}} - N_z \cdot t_{zp} - 1}{N_z - N_{dp} \left(e^{N_{\Gamma} \cdot t_{zp}} - N_z \cdot t_{zp} - 1 \right)} + \frac{V_a}{7.2} \left(\frac{1}{a_{yn}} + \frac{1}{a_{np}} \right), \quad (2.21)$$

де N_e – інтенсивність транспортного потоку на головній дорозі в обох напрямках, од/с;

N_{op} – інтенсивність на одній смузі руху другорядної дороги в напрямку, що розглядається, од/с;

V_a – швидкість руху на другорядній дорозі, м/с;

a_{yn}, a_{np} – відповідно уповільнення та прискорення автомобіля ($a_{yn} = 3-4$ м/с², $a_{np} = 1-1,5$ м/с²).

$$t_{\Delta n} = \frac{e^{1415 \cdot 8} - 1415 \cdot 8 - 1}{1415 - 300(e^{1415 \cdot 8} - 1415 \cdot 8 - 1)} + \frac{11,11}{7,2} \left(\frac{1}{3,5} + \frac{1}{1,25} \right) = 5,62 \text{ с.}$$

У таблиці 2.7 наведені відповідні сумарні затримки руху на напрямках, що розглядаються, у випадку без світлофорного регулювання.

Таблиця 2.7 – Сумарні затримки (год/рік) при нерегульованому русі.

Напрямок	4.3
Легкові	4563,44
Мікроавтобуси	775,56
Вантаж. до 2 т	1146,48
Вантаж. до 5 т	337,2
Вантаж. до 8 т	351,25
Вантаж. до 14 т	118,02
Автопотяги	404,64
Автобуси	252,9
Мотоцикли	0

Схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Іванова і проспекту Моторобудівників за нових умов наведена на рисунку 2.10.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна ефективність роботи буде досягатися за рахунок зменшення витрат від ДТП та зменшення транспортних затримок.

Обсяг капіталовкладень для введення в дію пропонованих рішень має таку структуру:

$$K = K_{zn} + K_p + K_{zn} + K_n + K_{oz} \quad (3.1)$$

де K_{zn} – капітальні вкладення на дорожні знаки, грн.;

K_p – капітальні вкладення на реконструкцію перегону дороги, грн.;

K_{zn} – капітальні вкладення на облаштування двох зупиночних пунктів автомобільного маршрутного транспорту, грн.;

K_n – капітальні вкладення на будівництво підземного пішохідного переходу, грн.;

K_{oz} – капітальні вкладення на придбання та встановлення пішохідної огорожі, грн.

Капітальні витрати на дорожні знаки будуть складатися з витрат на їх придбання C_{zn} та витрат на їх монтаж $C_{вст.зн}$, тобто:

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

Кількість знаків кожної групи та їх вартість, які передбачені у новій схемі організації дорожнього руху наведені у зведеній таблиці 3.1.

Витрати на монтаж дорожніх знаків розраховуються за формулою:

$$C_{вст.зн} = C_{I\,zn} \cdot K_{zn} \quad (3.3)$$

де $C_{I\text{ зн}}$ – витрати на встановлення одного дорожнього знаку (700 грн.);

$K_{\text{зн}}$ – кількість нових знаків у пропонованій схемі ОДР.

Таблиця 3.1 – Кількість та вартість дорожніх знаків

№ знаку	Знаки, які необхідно придбати		
	кількість	ціна за одиницю	вартість
1.28	1	542	542
2.1	9	542	4878
3.34	1	526	526
4.7	1	526	526
5.36	10	622	6220
Всього	22	-	12692

$$C_{\text{вст.зн}} = 700 \cdot 22 = 15400 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{зн}} = 12692 + 15400 = 28092 \text{ грн.}$$

За даними бухгалтерії Запорізького «Облавтодору» вартість спорудження 1 м² проїжджої частини складає 1870 грн.

Площа розширення проїжджої частини – 6090 м².

Площа спорудження двох зупиночних пунктів згідно п. 2.2.1 – 344 м².

$$K_p = 6090 \cdot 1870 = 11388300 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{зн}} = 344 \cdot 1870 = 643280 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення на будівництво підземного пішохідного переходу:

$$K_n = K_{np} + K_{zp} + K_{об}, \quad (3.4)$$

де K_{np} – вартість проектних розробок, грн. ($K_{np} = 180000$ грн.);

$K_{зр}$ – вартість земляних робіт, грн.;

$K_{об}$ – вартість облаштування підземного переходу.

За даними бухгалтерії Запорізького «Облавтодору» вартість земляних робіт обсягом 1 м^3 в умовах міської забудови складає близько 4000 грн.

Обсяг земляних робіт при будівництві підземних переходів згідно п. 2.2.2.2 складає 788 м^3 .

$$K_{зр} = 4000 \cdot 788 = 3152000 \text{ грн.}$$

Середня вартість облаштування підземних об'єктів становить 2670 грн за 1 м^2 . За даними таблиці 2.3 загальна площа підземних переходів – 315 м^2 .

$$K_{об} = 2670 \cdot 315 = 841050 \text{ грн.}$$

Отже, капітальні вкладення на підземні переходи:

$$K_n = 180000 + 3152000 + 841050 = 4173050 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення на встановлення пішохідної огорожі розраховуються за формулою:

$$K_{ог} = K_{г} + K_{вст}, \quad (3.5)$$

де $K_{г}$ – вартість огорожі, грн.;

$K_{вст}$ – вартість встановлення огорожі, грн.

Вартість одного погонного метру пішохідної огорожі складає 356 грн. Вартість її встановлення – 145 грн. Потрібна довжина огорожі – 344 м.

$$K_{oz} = (356 + 145) \cdot 344 = 172344 \text{ грн.}$$

Таким чином, капітальні вкладення складають:

$$K = 28092 + 11388300 + 643280 + 4173050 + 172344 = 16405066 \text{ грн.}$$

Витрати на їх експлуатацію визначаються за формулою [16]:

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

де C_p – витрати на поточний та профілактичний ремонт, обслуговування обладнання та споруд системи, грн.;

C_a – витрати на амортизаційні відрахування, грн..

Витрати на поточний та профілактичний ремонт, обслуговування обладнання та споруд системи розраховуються як [16]:

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

де K_{δ} – балансова вартість технічних засобів, грн.;

n_p – норма відрахувань на поточний ремонт та утримання обладнання, % ($n_p = 5$ %).

$$C_p = 16405066 \cdot 5 / 100 = 820253 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію розраховуємо за формулою [16]:

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

де n_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення та ремонт споруд, % ($n_a = 8\%$).

$$C_a = 16405066 \cdot 8 / 100 = 1312406 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на експлуатацію і обслуговування об'єктів:

$$C_{\text{експл}} = 820253 + 1312406 = 2132659 \text{ грн.}$$

У поточні витрати необхідно включити витрати на нанесення розмітки кожного року. Вартість нанесення розмітки приведена у таблиці 3.2.

Поточні витрати пропонованої організації дорожнього руху складають:

$$C_{\text{поточ}} = 2132659 + 266960 = 2399619 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2 – Витрати на розмітку

Тип розмітки	Одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
1.3	м	780	94	73320
1.5	м	1910	94	179540
1.6	м	80	94	7520
1.14.1	м	20	94	1880
1.14.3	м	20	94	1880
1.18	м	30	94	2820
Всього				266960

Вартість втрат від ДТП розраховується на основі інформації про кількість ДТП з загибеллю людей K_z , з пораненням людей K_n та матеріальними збитками K_m .

Існуючі втрати від ДТП розраховуються за формулою [16]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = K_z \cdot C_z + K_n \cdot C_n + K_m \cdot C_m, \quad (3.9)$$

де C_z , C_n , C_m – збитки від ДТП з загибеллю, пораненням людей та матеріальними збитками відповідно, грн.

Приймаємо $C_z = 200000$ грн; $C_n = 150000$ грн; $C_m = 100000$ грн.

Кількість ДТП за розрахунковий період $K_z = 1$, $K_n = 5$, $K_m = 78$.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = 200000 + 150000 \cdot 5 + 78 \cdot 100000 = 8750000 \text{ грн.}$$

Збитки від ДТП після впровадження нової схеми ОДР визначаються корегуванням існуючих збитків на коефіцієнти ефективності та зменшення втрат, які наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти зниження втрат від ДТП [16]

Заходи роботи	Значення
реконструкція дороги	0,28
обладнання «кишень» зупиночних пунктів	0,25
обладнання позавуличних переходів	0,01
встановлення дорожніх знаків	0,15
нанесення горизонтальної розмітки вулиці	0,58
нанесення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23
Сумарний коефіцієнт	0,15

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}} = 8750000 \cdot 0,15 = 1312500 \text{ грн.}$$

Зменшення витрат від ДТП розраховуємо за формулою [16]:

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

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 8750000 - 1312500 = 7437500 \text{ грн.}$$

Умовна річна економія E досягається за рахунок зниження транспортних затримок на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників та зменшення витрат від ДТП [16]:

$$E = 0,2(C_{\text{тр}}^{\text{р}} - C_{\text{тр}}^{\text{нр}}) + \Delta C_{\text{дтп}} - C_{\text{пот}}, \quad (3.11)$$

де $C_{\text{тр}}^{\text{р}}, C_{\text{тр}}^{\text{нр}}$ – вартість затримки транспортних засобів на напрямках при світлофорному регулюванні та відсутності регулювання відповідно, грн.

Розрахунок річних витрат, що пов'язані з затримкою транспортних засобів на перехрестях виконується за формулою [16]:

$$C_{\text{тр}} = S_{\text{ЛА}} \cdot Z_{\text{ЛА}} + S_{\text{МА}} \cdot Z_{\text{МА}} + S_{\text{А}} \cdot Z_{\text{А}} + S_{\text{ВА}} \cdot Z_{\text{ВА}}, \quad (3.12)$$

де $S_{\text{ЛА}}, S_{\text{МА}}, S_{\text{А}}, S_{\text{ВА}}$ – середня вартість однієї машино-години (для легкового автомобіля – 300 грн.; для мікроавтобуса – 400 грн.; для автобуса – 750 грн.; для вантажівки – 600 грн.), грн.;

$Z_{\text{ЛА}}, Z_{\text{МА}}, Z_{\text{А}}, Z_{\text{ВА}}$ – затримка відповідно легкових автомобілів, мікроавтобусів, автобусів та вантажівок на перехресті за рік, год.

$$C_{\text{тр}}^{\text{р}} = 61702 \cdot 300 + 11406 \cdot 400 + 4345 \cdot 750 + 18310 \cdot 600 = 37317750 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{нр}} = 4564 \cdot 300 + 776 \cdot 400 + 253 \cdot 750 + 1953 \cdot 600 = 3041150 \text{ грн.}$$

Таким чином, річна економія складе:

$$E = 0,2(37317750 - 3041150) + 7437500 - 2396619 = 11893201 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності нової схеми ОДР в ринкових умовах (запозичення коштів на капітальні вкладення) потрібно визначити чистий дисконтований прибуток [17]:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.13)$$

де E_t – економія від впровадження нової схеми руху за рік t , грн.;

K_t – капіталовкладення, грн. (тільки для першого року);

C_t – загальні витрати за рік, грн.;

i – ставка дисконту, % ($i = 24$ %);

t – тривалість реалізації пропонованих рішень, ($t = 3$ роки).

Розрахунок чистого дисконтованого прибутку наведено в таблиці 3.4. Економія від нової схеми руху кожного року буде знижуватись на 5 %. Це пов'язано із очікуваним збільшенням інтенсивності руху.

Таблиця 3.4 – Чистий дисконтований прибуток

Рік	Економія від впровадження	Капітало-вкладення	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований прибуток
0	11893201	16405066	1	-4511865
1	11298541	-	0,8065	9112273
2	10733614	-	0,6504	6981142
3	10196933	-	0,5245	5348291
				16929841

Таким чином, капіталовкладення окупаються на другому році.

Показники економічної ефективності роботи представлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Техніко-економічні показники

Показники	Величина	
	до впровадження	після впровадження
1. Капітальні вкладення, грн.	-	16405066
2. Витрати від ДТП, грн.	8750000	1312500
3. Витрати від затримок руху, грн.	37317750	3041150
4. Поточні експлуатаційні витрати, грн.	-	2399619
5. Економія експлуатаційних витрат, грн.		11893201
6. Чистий дисконтований прибуток, грн.	-	16929841
7. Строк окупності капіталовкладень, рік	-	2

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі «Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на ділянці вул. Іванова м. Запоріжжя» розглядається потенційні небезпеки при виконанні дослідницьких робіт, можливого негативного впливу санітарно-гігієнічних факторів в робочих зонах дослідницької лабораторії, заходи з пожежної безпеки та захист персоналу в умовах надзвичайних ситуацій.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Фізичне травмування під час збору статистичних даних транспортної ситуації на ділянці, аби не створювати аварійні ситуації.

Переохолодження дослідника під час збору даних на повітрі в холодну пору року.

Негативний вплив факторів виробничого середовища на дослідника в лабораторії обладнаній персональним комп'ютером (ПК).

Незадовільна організація робочого місця, недостатнє врахування вимог ергономіки, нераціональне розташування технологічного обладнання та захаращеність робочої зони призводить до підвищення психофізіологічного навантаження при роботі з персональним комп'ютером.

Підвищений рівень шуму на робочому місці дослідника, що призводить до перевтоми та негативно впливає на органи слуху.

Негативний вплив електромагнітних полів та випромінювання на дослідника.

Можливе ураження електричним струмом із-за не правильного заземлення електрообладнання в приміщенні з ПК.

Небезпечні умови роботи з ПК, а саме зображення з мерехтінням, сильна яскравість або контрастність, відблиски екрану і та інше.

Не правильна освітленість робочої зони дослідника може призвести до більш ранньої втоми і наслідки – травмування.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання аварійних ситуації, необхідно знаходитися на безпечній відстані від дороги (5м від краю проїжджої частини).

Живлення електрообладнання приміщення з ПК здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «ПУЕ», електрообладнання в приміщенні з ПК, характеризується як електроустановки до 1000 В, тому згідно вимог глави 1.7 «ПУЕ» та [18], величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання приміщення з ПК у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Електромагнітні поля та випромінювання повинні регулюватися згідно [19];

Згідно [20] для запобігання переохолодження дослідника в холодну пору року, потрібно одягти спецодяг.

Згідно [21] для приміщень, які мають зони з різними режимами роботи, повинне передбачатись окреме управління освітленням таких зон. Для штучного освітлення приміщень слід використовувати найбільш енергоекономічні світлодіодні джерела освітлення, додаткове освітлення – настільна лампа.

Для запобігання чи мінімізації дій шкідливих та небезпечних факторів на дослідника в лабораторії яка обладнана ПК, таких як: освітленість, шум,

мікроклімат та інше, проведемо заміри, цих показників на робочому місці дослідника поставимо оцінки рівня умов, важкості та напруженості праці дослідника за бальною шкалою та внесемо данні в таблицю 4.1.

Відповідно до додатка А [22], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, до 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії Іа.

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{\text{вим}}$	Час дії год.	ГДК, ГДР, показники, $P_{\text{доп}}$	$X_{\text{визн}}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	30	7	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення E, лк	100	7	200	–	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{\text{ор}}$	Б-2	–	–	–	–	–
Рівень шуму L, дБА	107	4	60	–	3.4	2
Загальні енергозатрати організму, Вт	240	6	139	1,29	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	62000	6	40000	1,16		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	84	6	75	0,84		
Тривалість робочого дня, год.	7	7	8	0,11		

З додатків[22], відповідно до категорії робіт Іа, 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 4.1.

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{\text{визн}}$ та вносимо їх значення до таблиці 4.1:

Для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС індекс, додаток Б [22]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{\text{визн}}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 5.1:

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

Для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 5.4[22]:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{240 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 139} = 1,29$$

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{62000 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 40000} = 1,16$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу робочого дня), $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{84 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,84$$

г) тривалість робочого дня, $K_{\text{знач}} = 0,15$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{7 \cdot 7 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,11$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці 4.2:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з таблиці 5.2 – 3 клас, 4 ступінь (3.4) [22];
- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{\text{вим}} = 100$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 – 1 клас, (1) [22];
- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{\text{вим}} = 107$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 – 3 клас, 4 ступінь (3.) [22];
- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою 5.5 [22]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 1,29 + 1,16 + 0,84 + 0,11 = 3,4$$

З таблиці 5.1 [22] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,4$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії шкідливих 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 в лабораторії обладнаній ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів діючих на дослідника за бальною шкалою, та вносимо їх значення до таблиці 5.1 :

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{ст} = X_i = 4$;
- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 2 класу умов праці, згідно додатку Г [42] – $X_{ст} = X_i = 1$;
- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 5.6 [22]:

$$X_i = X_{ст} \cdot \frac{T}{7} = 3 \cdot \frac{4}{7} = 1,71$$

- 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 – $X_{ст} = X_i = 3$;
-

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 5.7 [22]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,71 + 3 = 9,71$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 9,71$, 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[22]. 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 є наступні пропозиції, щодо усунення шкідливих факторів:

а) відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника лабораторії належать до категорії Ia, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії Ia, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 23,5-26,4°C;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника лабораторії – 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 75%; - тривалість робочого дня, 6 год.

б) 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 або кондиціонування приміщення;
- 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 до 6 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.

в) 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 [22], у розмірі 20 %.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

1 Комплекс протипожежних заходів для приміщення дослідницької лабораторії розроблений згідно вимог [23].

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні дослідницької лабораторії згідно [24] (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» у приміщенні дослідницької лабораторії можлива пожежа класів – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих речовин), горіння папару, деревини в результаті короткого замикання пошкоджених або перевантажених електроприладів, або електричних мереж;

Відповідно до вимог [25], воно належить до категорії «Г» з пожежної небезпеки негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо.

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії належить до категорії «Г» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог [26] воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні дослідницької лабораторії для евакуації персоналу відповідно до вимог [26] передбачені виходи, по обидва кінці приміщення, з одного боку двері аварійного евакуаційного виходу, а з іншого – вхідні двері.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні дослідницької лабораторії передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникає коротке замикання.

Згідно вимог [27], в приміщенні дослідницької лабораторії обладнаному встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика. Згідно з наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 для визначених категорій у дослідницькій лабораторії повинні бути встановлені 2 переносні порошкові вогнегасники ВП-3.

Для приміщення дослідницької лабораторії обладнаної ПК 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 з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення. Згідно цього враховуючи, що приміщення лабораторії не перевищує 20 м², для її обладнання використовуємо вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 1 штука.

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Дії робітників, службовців і населення при аварії з викидом (розливом) сильнодіючих отруйних речовин.

Робітники та службовці, почувши сигнал оповіщення, негайно використовують засоби індивідуального захисту — ізолюючі та промислові протигази, потім виконують заходи, передбачені на цей випадок спеціальною інструкцією підприємства (цеху), укриваються в підготовлених сховищах чи виходять із зони зараження [28].

При оголошенні безпосереднім керівником робіт рішення про евакуацію зобов'язані з'явитися на збірні евакуаційні пункти об'єкта. Особи, які входять до складу невоєнізованих формувань цивільної оборони, прибувають на пункт збору формування і беруть участь у локалізації та ліквідації вогнища хімічного зараження [28].

Особи, які одержали незначні ураження, звертаються в медичні установи для визначення ступеня ураження і проведення профілактичних заходів. В усіх випадках вхід у виробничі будівлі, підвали й інші приміщення дозволяється тільки після контрольної перевірки вмісту СДОР за рішенням безпосереднього керівника робіт з ліквідації наслідків аварій. Почувши повідомлення про аварію, населення, яке попадає в небезпечну зону, повинне швидко застосувати найпростіші засоби індивідуального захисту органів дихання і шкіри. Перебуваючи у квартирі чи службовому приміщенні, потрібно негайно зачинити вікна, кватирки, двері, вимкнути газ та інші нагрівальні прилади, загасити вогонь у печах. Для прослуховування звертання, інформації і вказівок необхідно ввімкнути місцеві програми радіомовлення і телебачення (не забути вимкнути перед виходом із приміщення). Якщо є можливість, повідомити про небезпеку сусідів [28].

Висновки з розділу Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

В даному розділі охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях було розглянуто потенційні небезпеки, які впливають на дослідника. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті питання та розроблені доплати робітникам за шкідливі умови праці. Розроблено заходи з пожежної безпеки та надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

Для підвищення безпеки руху транспортних засобів вулицею Іванова в магістерській роботі здійснено наступні заходи:

- реконструкцію перегону вулиці Іванова від вул. Кругової до пр. Моторобудівників;
- перенесення зупиночних пунктів маршрутного пасажирського транспорту на перехресті вулиці Іванова та проспекту Моторобудівників;
- реорганізацію пішохідного руху на тому ж перехресті з будівництвом підземних пішохідних переходів;
- організацію дорожнього руху в нових умовах.

Впровадження пропонованих рішень дозволить збільшити пропускну спроможність вулиць, спростити схему організації дорожнього руху на перехрестях, зменшити рівень завантаження ділянки, зменшити аварійність, підвищити швидкість руху та ефективніше використовувати всі смуги руху. Поліпшення умов та підвищення безпеки руху дасть певний економічний ефект.

Організація руху за новою схемою призведе до зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод та витрат від них більше ніж на 7 млн. грн.

Отже, рух стане безпечнішим, затримки в русі зменшуються. Пропоновані рішення є економічно ефективними. Чистий дисконтований прибуток за три роки складає більше 16 млн. грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Офіційний сайт Запорізької міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zp.gov.ua/>.
2. Сайт AUTO.RIA.com [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://auto.ria.com/uk/news/autobusiness/238434/kuba-daleko-my-opredelili-nastoyaschij-srednij-vozrast-ukrainskogo-av.html?utm_source=ukrnetrss&utm_medium=newsfeed&utm_content=238434&utm_campaign=ukrnet
3. «Про Програму розвитку автомобільного транспорту в Запорізькій області на 2013-2017 роки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.zp.ua/content/dvadcyat-persha-sesiya-shostogo-sklykannya>.
4. Гаврилов Е.В. Системологія на транспорті. Підручник у 5 книгах. Книга 4. Організація дорожнього руху. / Е.В. Гаврилов та ін. – К.: Знання України, 2007. 452 с.
5. Измерители скорости движения транспортных средств радиолокационные «Искра-1». Руководство по эксплуатации. – С-Пб.: Симикон, 1998. 34 с.
6. Самойлов Д.С. Организация и безопасность городского движения. / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский – М.: Высш. шк. 1981. 256 с.
7. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов. / В.Ф. Бабков – М.: Транспорт, 1988. 271 с.
8. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов. / М.С. Фишельсон – М.: Высш. шк., 1985. 239 с.
9. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів – 55 с.
10. Національний стандарт України. ДСТУ 4100-2014. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. – 54 с.

- 11.ГОСТ 25869-90. Отличительные знаки и информационное обеспечение подвижного состава пассажирского наземного транспорта, остановочных пунктов и пассажирских станций. Общие технические требования – 10 с.
- 12.Національний стандарт України. ДСТУ 2587-2010. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування. – 46 с.
- 13.Державні будівельні норми України. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. – 66 с.
- 14.Возняк, О. М. Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах: монографія / О. М. Возняк, В. І. Гаврилюк - Дніпровський нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2019. – 282 с.
- 15.Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.
- 16.Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попов, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.
- 17.Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту: Підручник / В.І. Щелкунов, Ю.Ф. Кулаєв, Л.Г. Зайончик, В.М.Загорулько - К.: Кондор, 2011. - 392 с.
18. Державні стандарти України. ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». – 10 с.
19. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів». – 45 с.
20. Державні стандарти України. ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація» - 10 с.
21. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». – 157 с.

22. Лазуткін М. І. 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 / М.І. Лазуткін, М.О. Журавель – Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. 44 с.
23. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». – 86 с.
24. Державні стандарти України. ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж». – 32 с.
25. Державні стандарти України. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». – 78 с.
26. Державні будівельні норми України. ДБН В.1.1.7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». – 41 с.
27. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту». – 147 с.
28. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист: навчальний посібник для вузів / М.І. Стеблюк – К. : Знання, 2013. 487 с.