

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПІДВИЩЕННЯ
БЕЗПЕКИ РУХУ НА АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ № 4 МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи T-319

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

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

_____ Денис ОЛІЙНИК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник _____ Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Рецензент _____ Олександр АРТЮХ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«10» травня 2023 року

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

ОЛІЙНИКА Дениса Петровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації перевезень та підвищення безпеки руху на автобусному маршруті № 4 міста Запоріжжя
 керівник проєкту (роботи) РАЙДА Ігор Михайлович

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

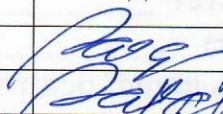
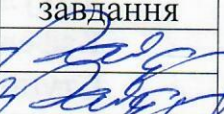
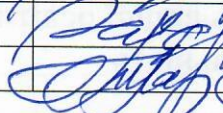
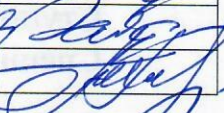
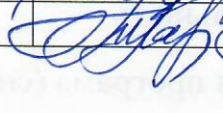
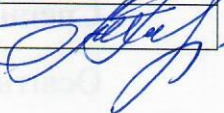
затверджені наказом закладу вищої освіти від «22» травня 2023 року №207

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 06.06.2023 р.
 3. Вихідні дані до проєкту (роботи) паспорт автобусного маршруту №4, існуюча вулично-дорожня мережа, статистика дорожньо-транспортних пригод, існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Особливості регулювання перехресть, 2.2 Розрахунок нових режимів регулювання на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, 2.3 Зниження швидкості транспортного потоку, 2.4 Підвищення безпеки пішохідного руху на пішохідному переході, 2.5 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

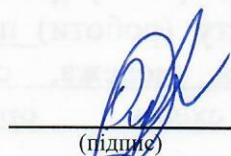
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	РАЙДА І.М., старш. викл.		
2	РАЙДА І.М., старш. викл.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		

7. Дата видачі завдання «10» травня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

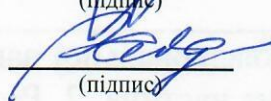
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 30.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Денис ОЛІЙНИК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 52 стор., 21 табл., 14 рис., 9 використаних джерел.

АВТОБУСНИЙ МАРШРУТ, БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ, ОБСЯГИ РУХУ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХОДИ, РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ, СВІТЛОФОР, ТРАМВАЙ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ФАЗА РЕГУЛЮВАННЯ, ШВИДКІСТЬ РУХУ

Об'єкт дослідження – автобусний маршрут № 4 міста Запоріжжя.

Мета роботи – поліпшення організації перевезень пасажирів шляхом підвищення рівня безпеки перевезень.

Метод дослідження – аналітичний.

В дипломній роботі розглянутий автобусний маршрут № 4 міста Запоріжжя, визначені місця на маршруті, які є найбільш небезпечними.

Розглянуті питання організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, який зазначений в паспорті автобусного маршруту № 4 серед інших, як місце концентрації дорожньо-транспортних пригод. Зібрані основні характеристики транспортних та пішохідних потоків на зазначеному перехресті, визначені швидкості руху транспортних засобів на одному з підходів до перехрестя.

Для підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна запропоновано удосконалення схеми організації дорожнього руху. Запропоновані заходи з контролю над швидкістю руху автомобілів. Відмічено необхідність реконструкції пішохідного переходу через трамвайні колії.

Зроблені економічні розрахунки для обґрунтування комплексу запропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальна характеристика автобусного маршруту № 4.....	8
1.2 Загальна характеристика інфраструктури Шевченківського району міста Запоріжжя та його транспортних зв'язків.....	11
1.3 Загальна характеристика перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна.....	13
1.4 Дослідження основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна.....	14
1.4.1 Дослідження інтенсивностей транспортних потоків.....	14
1.4.2 Аналіз складу транспортних потоків.....	19
1.4.3 Дослідження швидкості руху вулицею Іванова.....	20
1.5 Загальна характеристика управління дорожнім рухом на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна.....	23
1.6 Статистика та аналіз ДТП на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна.....	25
1.7 Постанова завдань на дипломну роботу.....	29
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	30
2.1 Особливості регулювання перехресть.....	30
2.2 Розрахунок нових режимів регулювання на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна.....	33
2.3 Зниження швидкості транспортного потоку.....	38
2.4 Підвищення безпеки пішохідного руху на пішохідному переході.....	39

2.5 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна.....	40
2.5.1 Застосування дорожніх знаків.....	40
2.5.2 Застосування дорожньої розмітки.....	41
2.5.3 Удосконалення схеми організації руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна.....	42
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	44
Висновки.....	51
Перелік джерел посилання.....	52

ВСТУП

Автобусні перевезення відбуваються на загальній мережі міських вулиць і доріг. Автобуси рухаються разом з іншими транспортними засобами в загальних транспортних потоках. При цьому відбувається взаємний вплив. Автобуси в силу особливостей свого руху, пов'язаних з частими зупинками для посадки-висадки пасажирів, впливають на режими руху транспортних потоків в зонах розташування зупиночних пунктів. Але й транспортний потік впливає на рух автобусів через швидкісні режими руху, щільність автомобілів в потоці, тощо.

Саме тому питання загальної безпеки дорожнього руху мають значення для безпеки пасажирських перевезень. Чим ліпшою та безпечнішою є організація дорожнього руху, тим безпечнішим стає процес перевезення пасажирів автобусними транспортними засобами.

Тому заходи з поліпшення організації дорожнього руху та підвищення рівня безпеки на окремих ділянках маршрутів слідування громадського транспорту є доволі вагомим інструментом для забезпечення безпеки пасажирських перевезень загалом. Саме таким питанням на прикладі автобусного маршруту № 4 міста Запоріжжя й присвячена ця дипломна робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика автобусного маршруту № 4

Регулярний автобусний маршрут № 4 «Аеропорт – пр. Металургів» є маршрутом міського сполучення, який працює як у звичайному режимі, так і у режимі маршрутного таксі. Схема маршруту наведена на рисунку 1.1.

У звичайному режимі перевезення пасажирів маршрутом № 4 здійснюється автобусами категорій М2, М3 трьох класів [1]:

- автобусами класу І з загальною пасажиромісткістю понад 22 місця, призначених для перевезення сидячих та стоячих пасажирів;
- автобусами класу ІІ з загальною пасажиромісткістю понад 22 місця, призначених для перевезення здебільшого сидячих пасажирів, а також стоячих пасажирів у проході та (або) на площадці розміром до 1,5 м²;
- автобусами класу А з загальною пасажиромісткістю до 22 місць, призначених для перевезення сидячих та стоячих пасажирів.

У режимі маршрутного таксі перевезення пасажирів маршрутом № 4 здійснюється автобусами категорії М2 згаданого вже вище класу А та класу В з загальною пасажиромісткістю до 22 місць, призначених для перевезення виключно сидячих пасажирів [1].

Автобусний маршрут № 4 є постійним та щоденним. Початок роботи – 05:28, закінчення роботи – 23:32 [1].

У таблицях 1.1, 1.2 наведені загальні характеристики автобусного маршруту № 4.



Рисунок 1.1 – Схема міського автобусного маршруту № 4 [1]

Таблиця 1.1 – Загальні показники автобусного маршруту № 23 [1]

№	Найменування показників	Кількісні показники	
		прямий напрямок	зворотній напрямок
1	Довжина маршруту, км	19,0	20,6
2	Тривалість рейсу, хв:		
	звичайний режим	55	60
	режим маршрутного таксі	50	52
3	Кількість зупинок	27	29

Таблиця 1.2 – Небезпечні ділянки на автобусному маршруті № 23 [1]

№	Небезпечні ділянки	Місця розташування
1	Залізничний переїзд	- вул. Іванова, біля КБ «Прогрес» - вул. Стартова, гілка № 3 - вул. Магістральна, гілка № 4 - вул. Блакитна, гілка № 2
2	Крутий поворот	- вул. Іванова – вул. Стефанова - вул. Стефанова, шляхопровід - вул. Віражна
3	Перетинання з трамвайними коліями	- пр. Соборний – вул. Лермонтова - пр. Моторобудівників – вул. Іванова - вул. Іванова – вул. Карпенка Карого
4	Концентрація ДТП	- пр. Соборний – пр. Металургів - пр. Соборний – вул. Гагаріна - пр. Соборний – вул. Українська - вул. Іванова – вул. Безіменна - вул. Магістральна – автомагістраль

З таблиці 1.2 виходить, що маршрут проходить доволі багато місць, які несуть потенційну небезпеку. В якості об'єкту подальшого дослідження обе-

ремо перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна, розташоване в Шевченківському районі міста Запоріжжя. У порівнянні з іншими перехрестями це має відносно невеликі розміри й транспортне навантаження, але має значну аварійність.

1.2 Загальна характеристика інфраструктури Шевченківського району міста Запоріжжя та його транспортних зв'язків

Шевченківський район міста Запоріжжя був заснований у 1962 році [2]. Район спеціалізується здебільшого як район проживання, так званий «спальний» район. Він має найбільшу площу серед усіх районів міста Запоріжжя й найбільшу кількість населення – близько 150 тисяч мешканців [3].

Шевченківський район – це майже третина від загальної площі міста – 98 км². Район поділений на три великі мікрорайони – Шевченківський I, II та III, які мають висотну забудову. Також до Шевченківського району входять кілька дрібних житлових масивів та кілька мікрорайонів із приватною забудовою [2].

В своїй структурі Шевченківський район має 528 вулиць і провулків [2].

Не зважаючи на спеціалізацію Шевченківського району як «спального», на його території розташовані потужні промислові об'єкти: Запорізький абразивний комбінат, завод «Іскра» і, звичайно ж, головне підприємство «Мотор Січ» із конструкторським бюро «Прогрес». Ці підприємства мають значний вплив на економіку всього міста Запоріжжя.

Звісно ж Шевченківський район має розвинену соціальну інфраструктуру. Це і 25 шкіл, 21 дитячий садок, музичні й мистецькі школи, дитячі заклади для маленьких запоріжців з особливими потребами. В Шевченківському районі розташовано 6 бібліотек та 2 палаци культури. На території району функціонують 6 медичних закладів різної спеціалізації. В райони облаштовано

3 парки відпочинку та біля 10 «зелених» зон, функціонує ботанічний сад та музей техніки Богуслаєва [2,3].

На території району знаходиться міжнародний аеропорт «Запоріжжя».

На рисунку 1.2 показано розташування Шевченківського району міста Запоріжжя в прив'язці до інших районів міста.

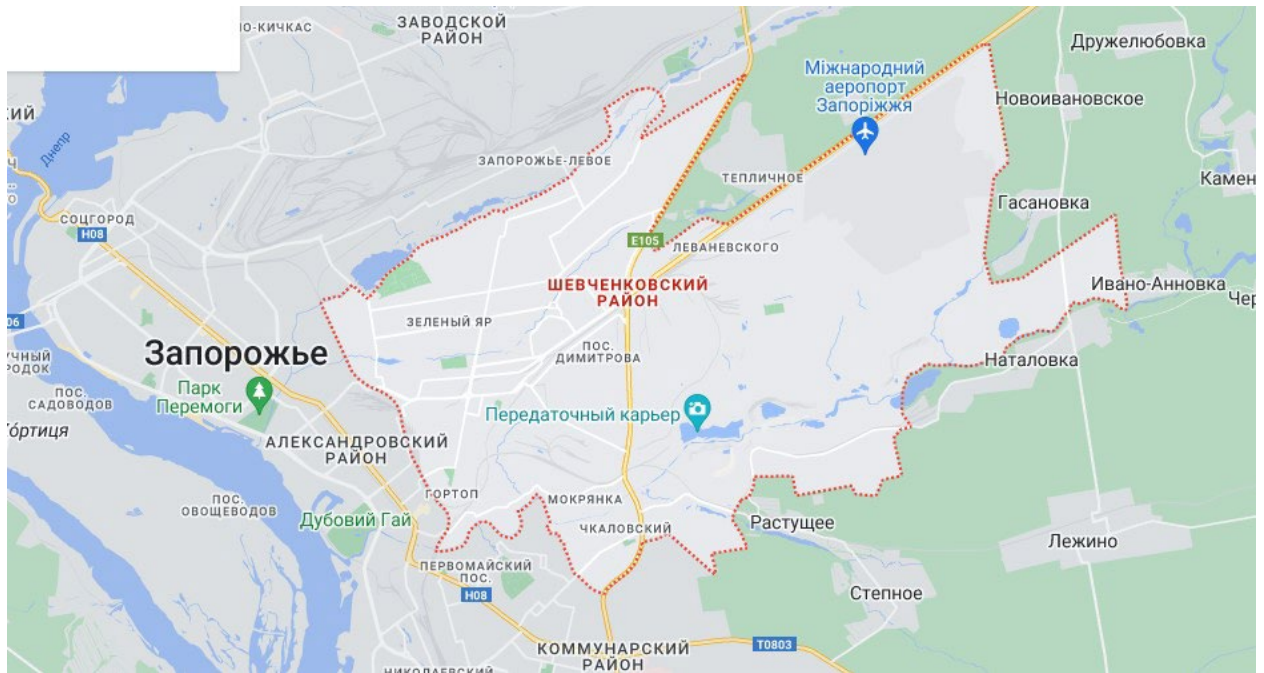


Рисунок 1.2 – Територія Шевченківського району міста Запоріжжя [2]

Шевченківський район міста Запоріжжя має розвинену транспортну інфраструктуру, яка складається з 25 міських автобусних маршрутів загального користування, серед яких і маршрут № 4, та 4 трамвайних маршрутів, два з яких проходять перехрестям вул. Іванова – вул. Безіменна [3].

1.3 Загальна характеристика перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна

Перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна є Т-подібним перехрестям з перетином під кутом близько 60° з доволі невеликою площею. Загальний вигляд перехрестя показано на рисунку 1.3. Перехрестям рухаються транспортні потоки напрямком від частки Шевченківського району (поселення Леваневського, аеропорт, вул. Магістральна, тощо) до пр. Моторобудівників. Рух носить як внутрішньорайонний характер, так і в інші райони міста.

Поруч із перехрестям розташована територія промислового призначення, авіаційний коледж, спортивний комплекс «Стріла».

Перехрестя має трамвайний рух. Вулиці Іванова в районі перехрестя практично обмежена трамвайними коліями з одного боку.



Рисунок 1.3 – Перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна

На перехресті вул. Іванова – вул. Кругова радіуси заокруглень складають від 2,5 до 10,5 метрів. Тротуари передбачені не на всіх вулицях, їх ширина коливається від 1 до 3 метрів. На момент дослідження розмітка була відсутня.

Перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна є регульованим перехрестям з примусовим регулюванням світлофорами. Світлофори працюють за однією програмою, регулюючи рух з 6:00 ранку до 22:00 вечора. В нічний час робота світлофорів переводиться в режим жовтого миготіння.

1.4 Дослідження основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

1.4.1 Дослідження інтенсивностей транспортних потоків

Інтенсивність є одним з основних показників, що впливають на такі важливі параметри автомобільної дороги, як ширина проїзної частини, конструкція дорожнього одягу, конструкція дорожніх розв'язок тощо. Вона характеризує рівень завантаження дороги і рівень зручності руху і є визначальною для призначення класності або так званої категорії дороги [4].

Найпростіший спосіб обліку інтенсивності руху, який досить поширений – візуальний. Інтенсивність визначається для кожного напрямку руху з розподілом на групи: легкові автомобілі, вантажні автомобілі різної вантажопідйомності, автобуси, мікроавтобуси, трамваї. На рисунку 1.4 наведені напрямки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, за якими проводилося дослідження характеристик транспортних та пішохідних потоків.

Проводимо облік інтенсивності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, досліджуючи транспортні потоки в три різні години доби: в ранці 07:30 – 08:30, в обідній час 13:30 – 14:30 та ввечері 16:30 – 17:30. Ранкові та вечірні години приблизно відповідають годинам пікового транспортного навантаження на перехрестя. Результати досліджень інтенсивностей руху зведені до таблиць 1.3-1.5 відповідно годинам спостереження.

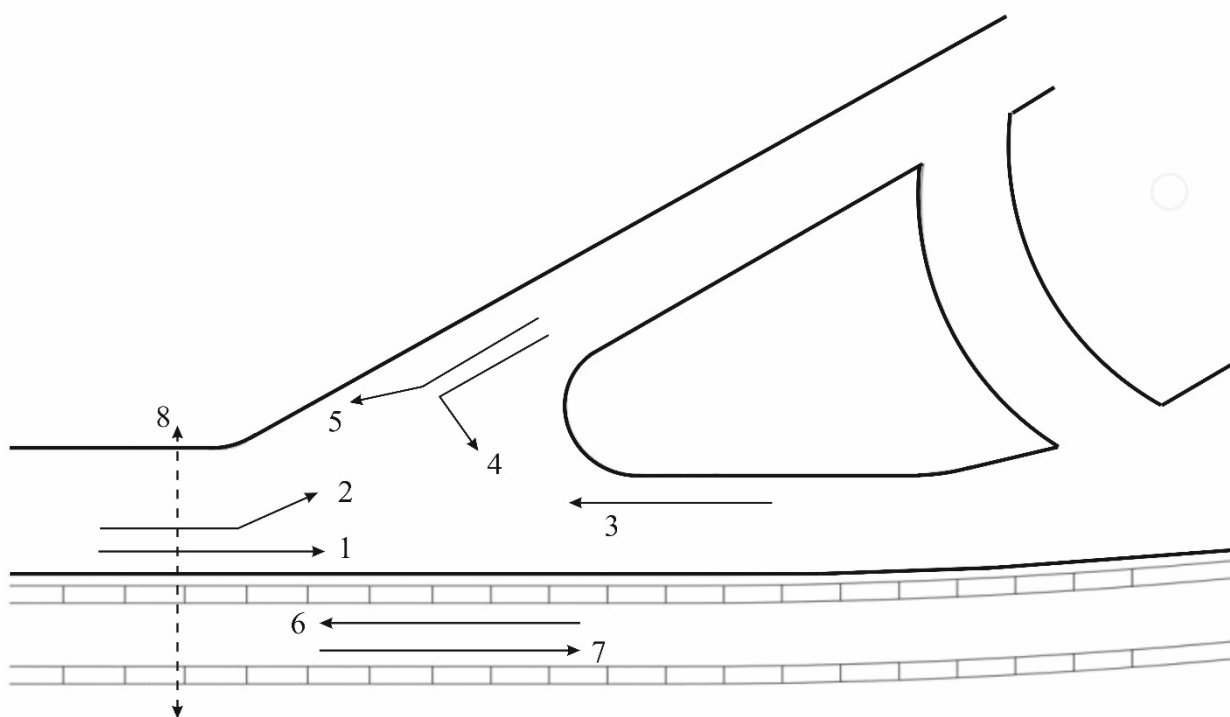


Рисунок 1.4 – Напрямки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

Таблиця 1.3 – Обсяги руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна в ранці 8:30 – 9.30

Тип автомобіля	Напрямки руху						
	1	2	3	4	5	6	7
Легковий	365	27	632	43	37	0	0
Мікроавтобус	43	0	45	0	1	0	0
Вант. < 2 т	12	2	17	2	3	0	0
Вант. < 5 т	4	1	3	1	1	0	0
Вант. < 8 т	2	0	3	0	0	0	0
Вант. < 14 т	0	0	1	0	0	0	0
Автопотяг	1	0	2	0	0	0	0
Автобус	5	0	6	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	4	5

Таблиця 1.4 – Обсяги руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна в обідні години 14:30 – 15:30

Тип автомобіля	Напрямки руху						
	1	2	3	4	5	6	7
Легковий	313	16	298	12	15	0	0
Мікроавтобус	37	0	35	1	0	0	0
Вант. < 2 т	6	0	6	1	0	0	0
Вант. < 5 т	3	2	2	1	1	0	0
Вант. < 8 т	0	0	0	0	0	0	0
Вант. < 14 т	1	0	0	0	0	0	0
Автопотяг	0	0	1	0	0	0	0
Автобус	4	0	4	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	3	4

Таблиця 1.5 – Обсяги руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна ввечері 16:30 – 17:30

Тип автомобіля	Напрямки руху						
	1	2	3	4	5	6	7
Легковий	584	69	339	21	31	0	0
Мікроавтобус	42	1	44	0	1	0	0
Вант. < 2 т	8	3	5	2	3	0	0
Вант. < 5 т	2	2	3	1	3	0	0
Вант. < 8 т	1	0	1	0	0	0	0
Вант. < 14 т	0	0	1	0	0	0	0
Автопотяг	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	5	0	6	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	5	5

Далі отримані обсяги руху з метою усереднення показників необхідно привести до умовного легкового автомобіля й отримати приведені інтенсивності руху [4]:

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

де N_i – зафіксовані при дослідженнях фактичні інтенсивності автомобілів за їх типами;

K_i – коефіцієнт приведення до умовного легкового автомобіля відповідний певному типу автомобілів.

Коефіцієнти приведення до умовного легкового автомобіля дозволяють врахувати вплив різних типів автомобілів на завантаження дороги в цілому. Коефіцієнти приведення залежать від розрахункових динамічних габаритів автомобілів [4].

Розрахунки приведених інтенсивностей руху зведені до таблиць 1.6-1.8.

Таблиця 1.6 – Приведені інтенсивності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна в ранці 08:30 – 09:30

Тип автомобіля	Напрямки руху				
	1	2	3	4	5
Легковий	365	27	632	43	37
Мікроавтобус	65	0	68	0	2
Вант. < 2 т	24	4	34	4	6
Вант. < 5 т	10	3	8	3	3
Вант. < 8 т	6	0	9	0	0
Вант. < 14 т	0	0	4	0	0
Автопотяг	5	0	9	0	0

Кінець таблиці 1.6

Тип автомобіля	Напрямки руху				
	1	2	3	4	5
Автобус	10	0	12	0	0
Разом	484	34	775	50	47

Таблиця 1.7 – Приведені інтенсивності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна в обідні години 14:30 – 15:30

Тип автомобіля	Напрямки руху				
	1	2	3	4	5
Легковий	313	16	298	12	15
Мікроавтобус	56	0	53	2	0
Вант. < 2 т	12	0	12	2	0
Вант. < 5 т	8	5	5	3	3
Вант. < 8 т	0	0	0	0	0
Вант. < 14 т	4	0	0	0	0
Автопотяг	0	0	5	0	0
Автобус	8	0	8	0	0
Разом	400	21	380	18	18

Таблиця 1.8 – Приведені інтенсивності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна ввечері години 16:30 – 17:30

Тип автомобіля	Напрямки руху				
	1	2	3	4	5
Легковий	584	69	339	21	31
Мікроавтобус	63	2	66	0	2
Вант. < 2 т	16	6	10	4	6
Вант. < 5 т	5	5	8	3	8

Кінець таблиці 1.8

Тип автомобіля	Напрямки руху				
	1	2	3	4	5
Вант. < 8 т	3	0	3	0	0
Вант. < 14 т	0	0	4	0	0
Автопотяг	0	0	0	0	0
Автобус	10	0	12	0	0
Разом	681	82	442	28	46

Аналіз приведених інтенсивностей транспортних потоків показав, що на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна має місце значна нерівномірність обсягів руху на протязі доби.

1.4.2 Аналіз складу транспортних потоків

Склад транспортного потоку також має велике значення для організації дорожнього руху та особливо впливає на допустимі геометричні елементи вулично-дорожньої мережі.

Склад транспортного потоку на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, наведений на рисунку 1.5, відповідає ранковим піковим годинам.

За результатами обліку складу транспортний потік є майже однорідним. Частка легкових автомобілів в потоці складає 87 %. Це дозволяє транспорту на ділянці перехрестя рухатися із значними швидкостями.

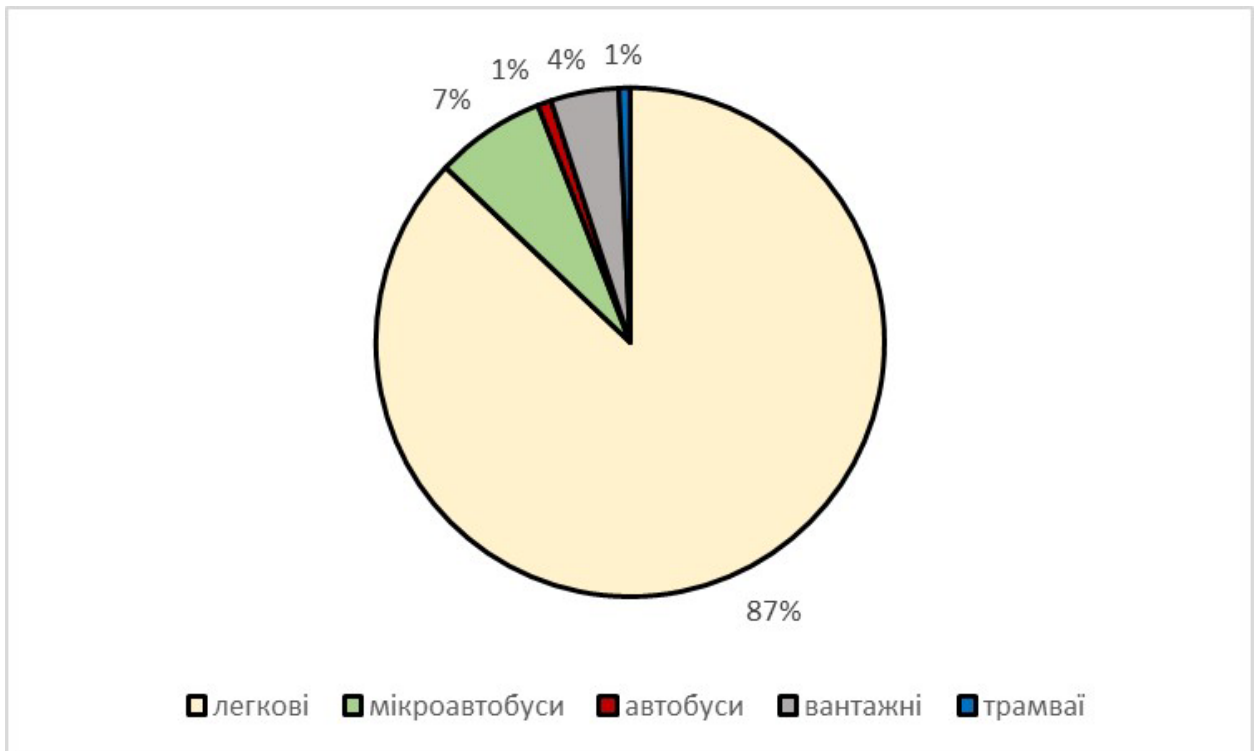


Рисунок 1.5 – Склад транспортного потоку на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

1.4.3 Дослідження швидкості руху вулицею Іванова

Дослідженні швидкості руху автомобілів проводилося на підході до перехрестя вулицею Іванова з боку проспекту Моторобудівників, де спостерігалися найвищі швидкості руху. З іншого боку на підході до перехрестя дорога робить поворот, тому швидкості тут значно менші.

Визначення швидкості відбувалося фіксацією часу проїзду автомобіля між двома опорами електромережі, розташованими вздовж вулиці Іванова. Далі, визначивши відстань між опорами, були розраховані приблизні швидкості руху транспортних засобів. Крім того, робилися замітки того, чи зупинився автомобіль на перехресті. Далі обиралися тільки автомобілі, які не зупинялися на перехресті, а, відповідно, й не знижували швидкості руху. В результаті було досліджено 100 легкових автомобілів, які не зупинялися на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна.

Далі отримані дані оброблювалися з сортуванням швидкостей по групах та розрахунком частоти спостережень та накопиченої частоти для кожної групи швидкостей. Всі розрахунки та спостереження зведені в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 – Результати дослідження швидкості руху по вулиці Іванова

Швидкість руху, км/год	Середнє значення в групі (V_i)	Кількість спостережень в групі (m_i)	Частота ($f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$)	Накопичена частота ($F(V)$)
менше 30	25	1	0,01	0,01
30-35	32,5	1	0,01	0,02
35-40	37,5	0	0	0,02
40-45	42,5	3	0,03	0,05
45-50	47,5	9	0,09	0,14
50-55	52,5	16	0,16	0,3
55-60	57,5	30	0,3	0,6
60-65	62,5	17	0,17	0,77
65-70	67,5	12	0,12	0,89
70-75	72,5	7	0,07	0,96
75-80	77,5	3	0,03	0,99
понад 80	85	1	0,01	1

Далі можливо розрахувати середню швидкість руху, км/год [4]:

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

$$\bar{V} = \frac{5875}{100} = 58,75 \text{ км/год.}$$

Нагадаємо, що отримане значення середньої швидкості руху є вірним для автомобілів, які проїжджають перехрестя без зупинки. Графічне представлення розподілу швидкостей руху наведено на рисунку 1.6.

Проведений аналіз швидкостей руху транспортних засобів вулицею Іванова дозволяє стверджувати, що в разі відсутності необхідності зупинятися на перехресті, водії підтримують доволі значні швидкості руху своїх автомобілів. Так середнє значення швидкості дорівнює майже 59 км/год, що більше за максимальну дозволену швидкість руху автомобілів в населених пунктах України згідно [5]. Крім того є водії, які значно порушують вимоги [5], перевищуючи значення швидкості в 70 км/год.

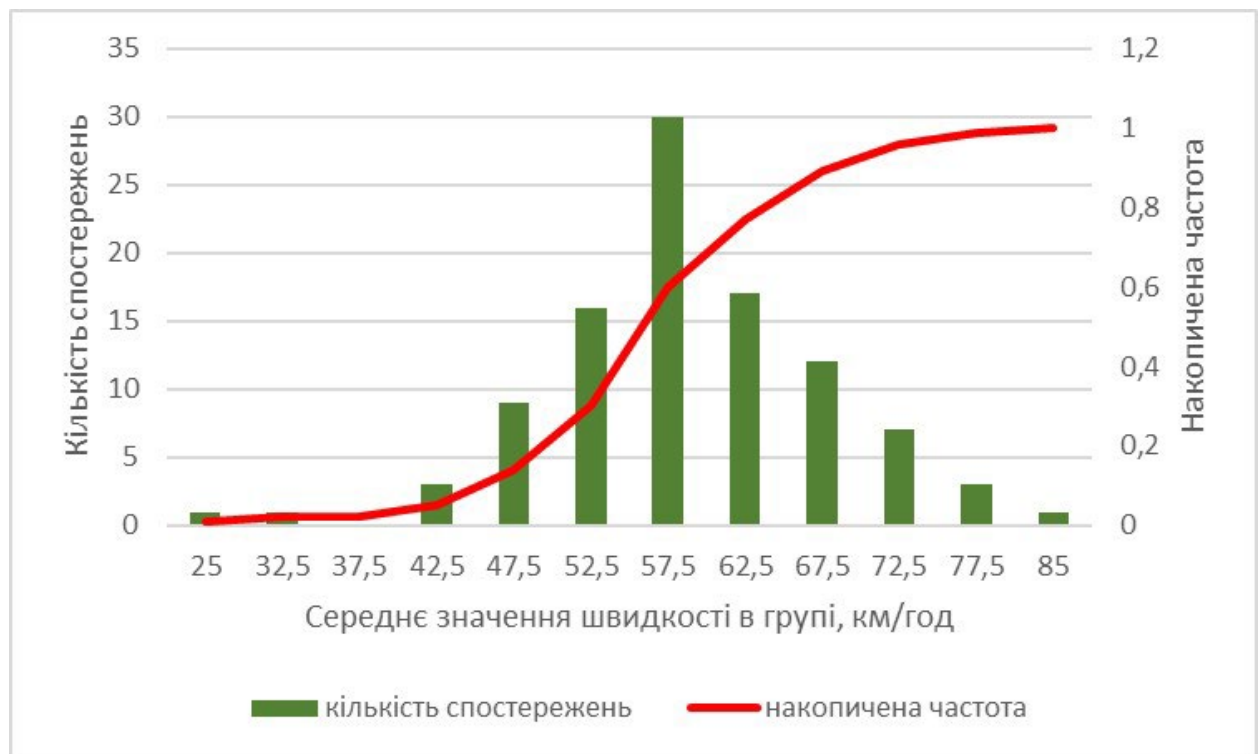


Рисунок 1.6 – Розподіл швидкостей руху

1.4.4 Дослідження характеристик пішохідного руху

Загальне завантаження пішохідного шляху характеризує інтенсивність пішохідних потоків, яка визначається числом пішоходів, що проходять через

поперечний перетин пішохідного шляху за час, протягом якого продовжується спостереження [4].

Інтенсивність пішохідного руху на перехресті відносно невелика. У найнапруженіші пікові години ранку та вечора інтенсивність руху пішоходів, що переходили вулицю Іванова склала близько 150 піш./год.

Потрібно відмітити незадовільний стан покриття пішохідного переходу через трамвайні колії, а також погане освітлення його в темний час доби.

1.5 Загальна характеристика управління дорожнім рухом на перехресті вул.

Іванова – вул. Безіменна

Управління дорожнім рухом на перехресті носить примусовий характер, тобто виконується за допомогою світлофорного об'єкту.

На перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна використовується світлофорний об'єкт, до якого входять транспортні та пішохідні світлофори. Транспортні світлофори використовуються трьохсекційні та трьохсекційні з додатковими секціями. В складі світлофорного об'єкту на перехресті є як основні світлофори, так і світлофори дублюючі.

Перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна регулюється за трьохфазною схемою, яка представлена на рисунку 1.7 з напрямками руху у відповідності до рисунку 1.4.

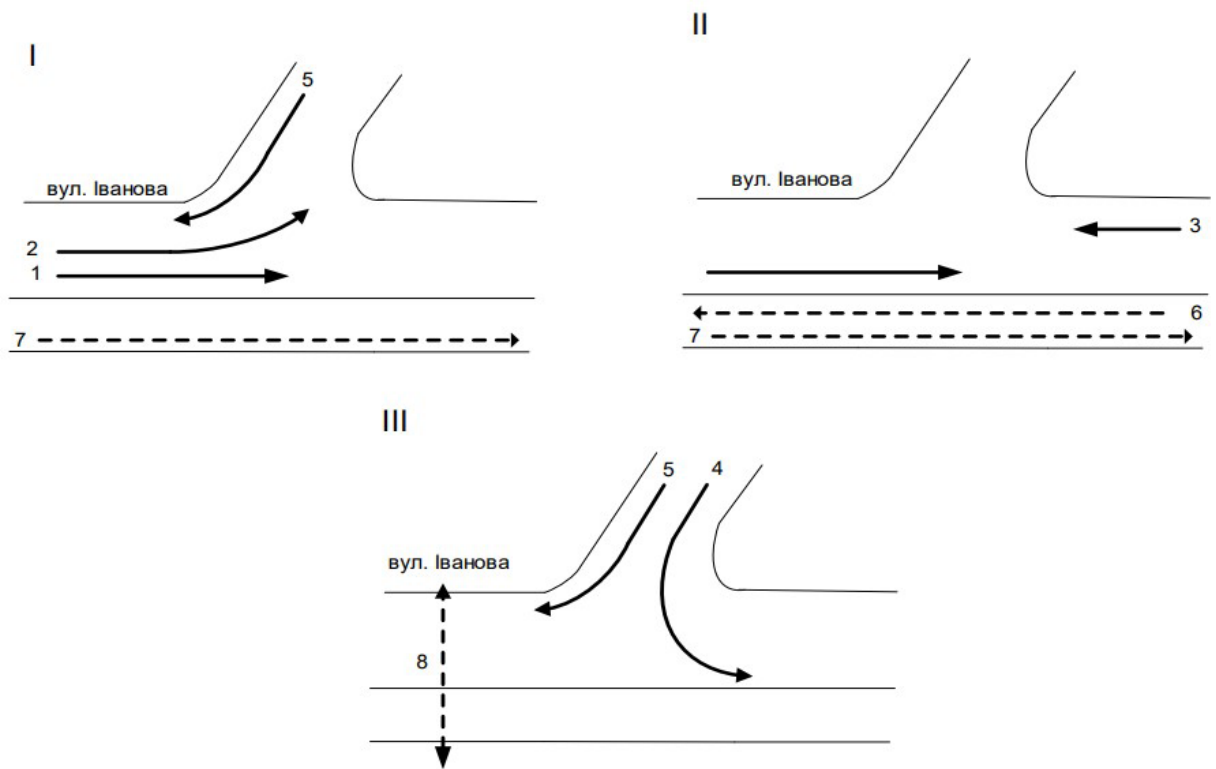


Рисунок 1.7 – Схема регулювання (трьохфазна)

Довжина циклу регулювання складає 64 секунди. На рисунку 1.8 показані діючі режими руху світлофорів перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна.

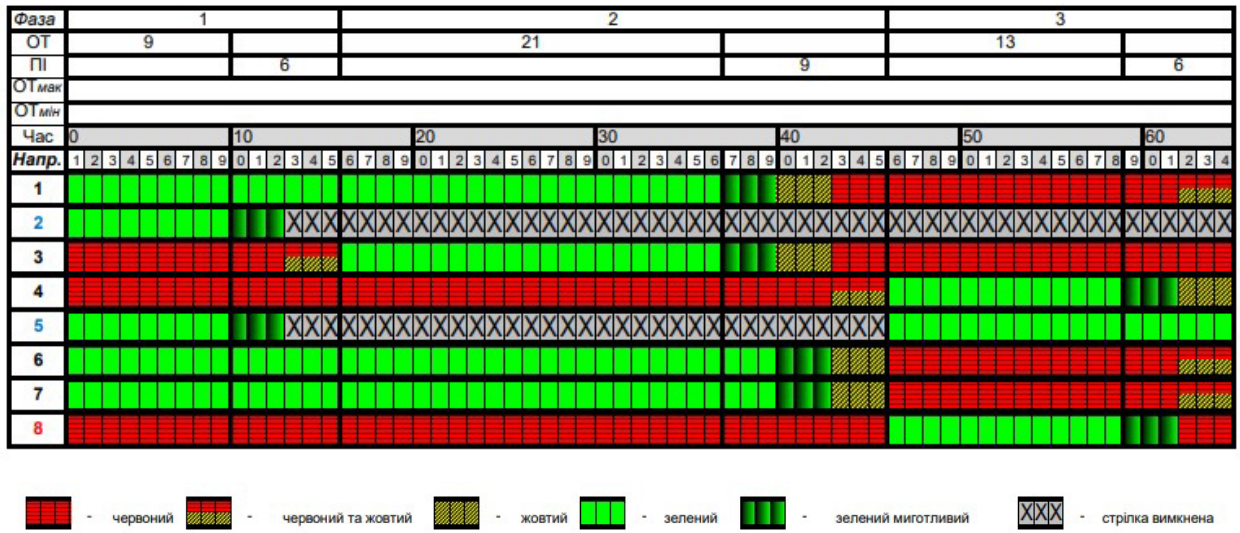


Рисунок 1.8 – Діючі режими руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

Крім світлофорів на перехресті наявні дорожні знаки та залишки дорожньої розмітки.

Схема організації дорожнього руху із позначенням всіх технічних засобів для цієї організації наведена на рисунку 1.9.

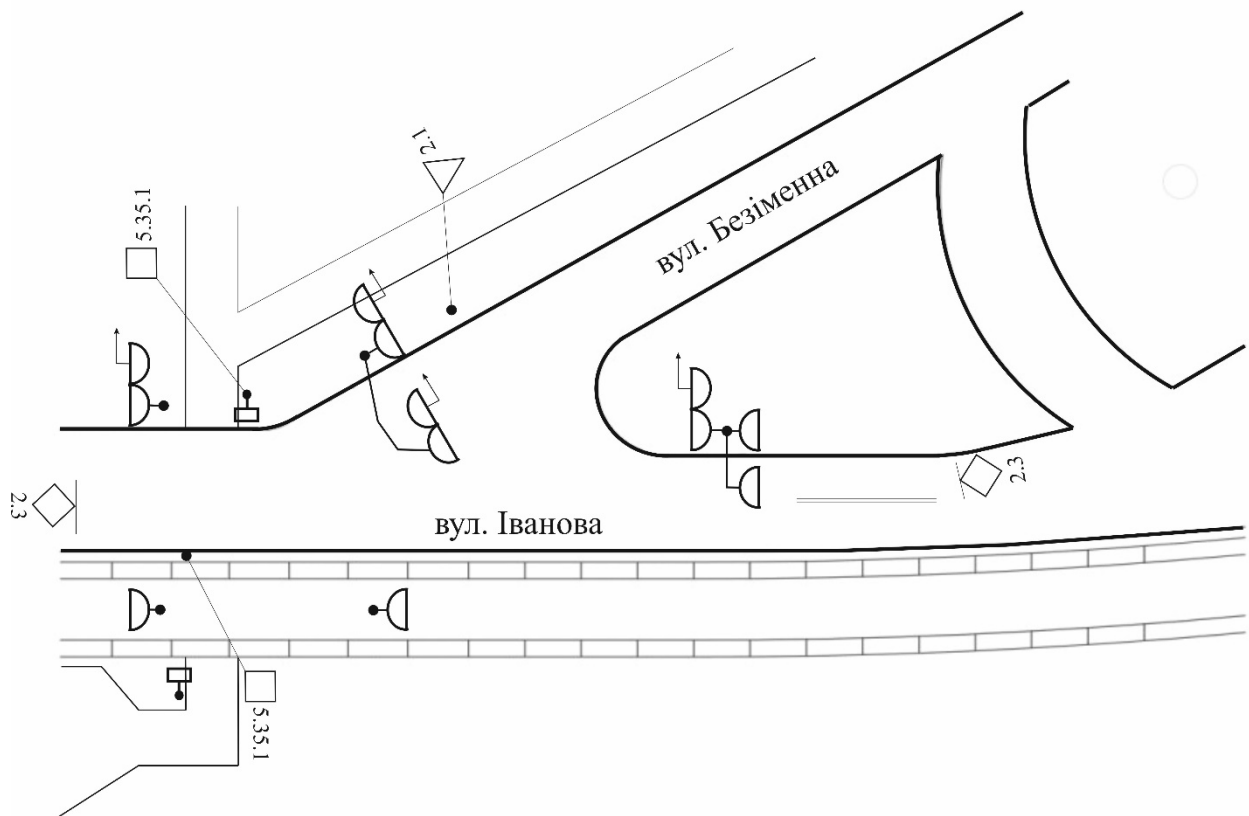


Рисунок 1.9 – Діюча схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

1.6 Статистика та аналіз ДТП на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

Дорожньо-транспортні пригоди підрозділяються на [4]:

- зіткнення транспортних засобів між собою;
- перевертання транспортних засобів в наслідок несприятливих дорожніх умов, технічної поломки, порушення правил перевезення вантажів;
- наїзди транспортних засобів на перепони, коли транспортні засоби наїжджають чи ударяються об нерухомі предмети, які знаходяться на проїзній частині дороги (вулиці);

- наїзди транспортних засобів на пішоходів, в тому числі і випадки, коли люди самі наштовхнулись на рухомий транспортний засіб та інше.

Майже всі ДТП відбуваються з вини учасників дорожнього руху – водіїв транспортних засобів та пішоходів.

ДТП в результаті неправильних дій водія можна класифікувати по признакам їх виникнення [4]:

- підвищення швидкості руху, припущеної в даній обстановці;
- неправильне припущення дистанції;
- недотримання правил маневрування, проїзду перехресть;
- порушення правил обгону;
- різке гальмування на мокрій поверхні дороги;
- різкі та круті повороти;
- неуважність, несвоєчасне реагування на небезпеку, надія на правильні дії других водіїв та пішоходів.

Особливо небезпечним порушенням правил руху водіями є керування автомобілем у нетверезому стані, коли у водія послаблюється увага, коли він не може правильно координувати свої рухи.

Зазвичай причиною виникнення дорожньо-транспортних пригод є не тільки один із перерахованих факторів. Втрата уваги водієм тягне за собою порушення одного із правил руху і якщо при цьому учасники руху не проявляють обережності і не приймають необхідних мір, то виникнення дорожньо-транспортних пригод складно уникнути.

З пішоходами ще складніше. Вони є активними учасниками дорожнього руху, але вони гірше знають Правила дорожнього руху у порівнянні з водіями, можуть бути незібраними під час руху, а іноді свідомо порушують ці правила.

ДТП через дії пішоходів можна класифікувати здебільшого на дві основні групи:

- перехід дороги в непризначених для цього місцях;
- різкий вихід на дорогу перед їдучим транспортом.

Статистика аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна наведена в таблицях 1.10, 1.11 та на рисунках 1.10, 1.11.

Таблиця 1.10 – Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

№	Роки	Кількість ДТП
1	2018	4
2	2019	7
3	2020	6
	Разом	17

Потрібно відмітити, що у 6 із 17 дорожньо-транспортних пригод, які відбулися на перехресті за період з 2018 по 2020 рік, взяли участь маршрутні транспортні засоби (в одному - трамвай). Тому проблема безпеки на перехресті стоїть достатньо гостро.

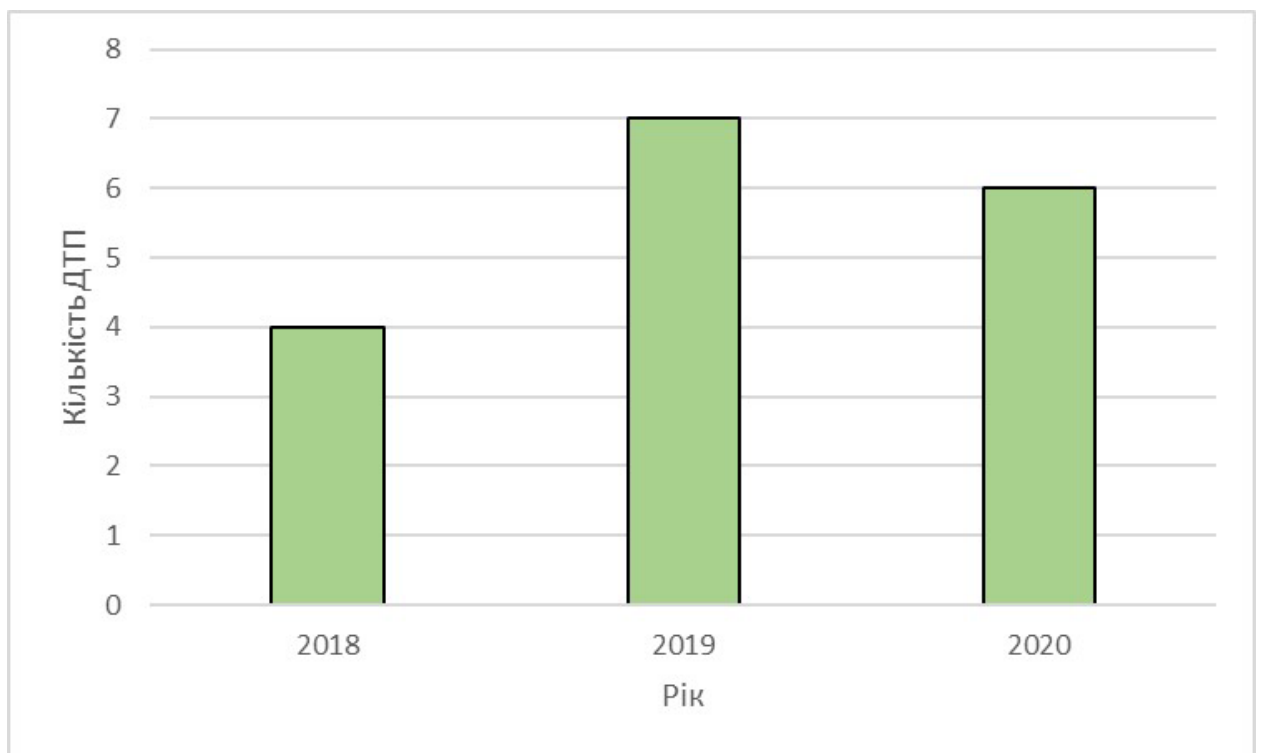


Рисунок 1.10 - Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

Таблиця 1.11 – Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна за тяжкістю наслідків

№	Тяжкість наслідків	Роки		
		2018	2019	2020
1	Кількість ДТП із постраждалими	0	2	1
2	Кількість ДТП із загиблими	0	0	0
3	Загальна кількість ДТП	4	7	6



Рисунок 1.11 - Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна за тяжкістю наслідків

Аналіз аварійності за видами на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна приведений у таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Аналіз аварійності за видами у 2020 році

Види ДТП	Всього	Постраждалі
всі ДТП	17	3
зіткнення	14	1
наїзд на пішохода	3	2

Фактично на перехресті відбуваються ДТП двох видів – зіткнення та наїзд на пішохода. Левову частку від загальної кількості складають саме зіткнення. Однак слід зазначити тяжкі наслідки наїздів на пішохода. Два ДТП з трьох цього виду мали такі тяжкі наслідки.

1.7 Постанова завдань на дипломну роботу

Перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна на маршруті руху автобусу № 4 є одним з найбільше небезпечних перехресть з великою кількістю дорожньо-транспортних пригод.

Проаналізувавши існуюче становище можливо виділити наступні вади в організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна:

- значна кількість ДТП при доволі не значних обсягах руху;
- часті порушення швидкісного режиму при русі вулицею Іванова;
- поганий стан покриття пішохідного переходу через трамвайні колії;
- жорстке регулювання на перехресті при значних коливаннях обсягів руху на протязі доби;
- розташування технічних засобів регулювання дорожнім рухом не завжди відповідає вимогам відповідних державних стандартів;
- відсутність дорожньої розмітки.

Для усунення перерахованих недоліків у дипломній роботі передбачається:

- перевірка можливості застосування кількох режимів управління рухом на перехресті, що дозволить регулюванню перехрестя значно краще відповідати наявній інтенсивності руху;
- обмеження швидкості руху на одному з підходів до перехрестя;
- реконструкція пішохідного переходу через трамвайні колії;
- застосування технічних засобів організації дорожнього руху для підвищення його безпеки;
- поновлення розмітки проїжджої частини.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Особливості регулювання перехресть

На рівні служб дорожнього руху сама організація цього руху представляє комплекс інженерних і організаційних заходів на вулично-дорожній мережі. Ці заходи забезпечують безпеку й достатню швидкість транспортних та пішохідних потоків. До таких заходів відноситься й управління дорожнім рухом, яке є частиною організації руху й вирішує більш вузькі завдання.

Під управлінням розуміється вплив на певний об'єкт з метою поліпшення його функціонування. Стосовно дорожнього руху в якості об'єктів управління виступають транспортні та пішохідні потоки. Окремим видом управління рухом є регулювання, тобто підтримка параметрів руху в заздалегідь заданих межах. Сутність управління рухом в тому, щоб зобов'язувати водіїв та пішоходів до певних дій, забороняти або рекомендувати їм ті чи інші дії задля забезпечення швидкості і безпеки [6].

Частина функцій при реалізації управління дорожнім рухом виконується автоматичним обладнанням, що ї є фактично автоматичним управлінням. Автоматичне управління відбувається без участі людини за заздалегідь визначеній програмі. Контур автоматичного управління може бути замкнутим чи розімкнутим [6].

Розімкнутий контур більш простіший. При цьому управління засобами регулювання відбувається виключно за заздалегідь заданій програмі, тобто в режимі жорсткого програмного управління [6].

Замкнутий контур передбачає зворотній зв'язок між засобами й об'єктом управління. Цей зв'язок виконується спеціальними пристроями для збирання інформації про транспортні потоки – детекторами транспорту. Інформація потрапляє до автоматичних пристроїв і, після її обробки, ці пристрої визначають нові режими роботи засобів регулювання руху. Це режим гнучкого чи адаптивного управління [6].

Якщо розглядати перехрестя вул. Іванова – вул. Безіменна, на ньому реалізоване жорстке програмне управління фактично з однією програмою. Режим жовтого миготіння не регулює рух на перехресті, а тільки позначає його, тому за окремий режим управління не рахується.

Щоб розібратися в особливостях, розглянемо жорстке програмне управління більш детально.

Фактичне регулювання рухом на перехресті відбувається за допомогою світлофорного об'єкту, який складається із кількох транспортних та пішохідних світлофорів для управління різними напрямками руху на перехресті. Усі світлофорні об'єкти працюють циклічно, передаючи право на рух різним напрямкам. При цьому постійно повторюються певні комбінації світлофорних сигналів. Час виконання певної комбінації сигналів світлофорів є тактом регулювання [6].

Такти регулювання бувають основні й проміжні. Під час основного такту дозволений рух транспортних засобів і пішоходів певного напрямку, а для конфліктного напрямку руху не дозволений. Під час проміжного такту виїзд на перехрестя заборонений, але можна закінчувати вже розпочаті маневри. Проміжний такт забезпечує безпеку руху під час зміни основних тактів (зміни руху за конфліктними напрямками) [6].

Сукупність основного й проміжного тактів є фазою регулювання. Мінімально можлива кількість фаз регулювання – дві. Кількість фаз регулювання на перехресті визначається кількістю конфліктних напрямків руху та об'ємом руху на цих напрямках. Використання трьох фаз і більше, як правило, пов'язане із високою інтенсивністю лівоповоротних транспортних потоків чи пішохідного руху [6].

Так, на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна діє трьохфазна схема регулювання, через значний транспортний потік з вулиці Іванова (в напрямку вулиці Магістральної), який повертає ліворуч.

Сукупність усіх фаз регулювання, яка періодично повторюється на перехресті, називається циклом регулювання [6].

Із зазначених вище елементів складається програма регулювання певного перехрестя. При цьому вона розрахована на певні значення інтенсивностей руху транспортних потоків. При збільшенні інтенсивності руху транспортні засоби не встигатимуть покинути перехрестя за період дозволяючого сигналу світлофора й почне формуватися черга з автомобілів, яка буде накопичуватися, якщо інтенсивність не зменшиться до меж, на які розрахована програма регулювання. Це призводить до транспортних затримок, економічних збитків й, головне, до погіршення умов безпеки руху на перехресті.

З іншого боку, якщо інтенсивність значно зменшиться, час основних тактів буде використовуватися не повністю. Це не має таких негативних наслідків, як у першому випадку, але режими регулювання стають не оптимальними й це також призводить до певних потенційних економічних збитків, яких можна було б уникнути.

Саме в цих нюансах полягають недоліки жорсткого програмного управління.

Фактичних шляхів, щоб позбутися цих недоліків існують два. Перший передбачає розробку додаткових програм регулювання для різних ситуацій. Найрозповсюдженішим варіантом при цьому є виконання певної програми у визначені години доби. Розробці таких програм передують ретельне вивчення обсягів руху на перехресті і їх зміни на протязі доби, щоб параметри роботи програм регулювання рухом відповідали фактичним інтенсивностям. при цьому виходять із припущення, що відхилення фактичної довжини циклу регулювання від оптимального значення на 25 % в будь-який бік є припустимим і не впливає значно на збільшення затримок транспорту.

Другий шлях передбачає перехід від жорсткого до адаптивного регулювання. При цьому забезпечується можливість в режимі реального часу отримувати інформацію щодо об'ємів руху за напрямками і корегувати роботу засобів регулювання таким чином, щоб постійно підтримувати оптимальні значення довжини циклу регулювання та його структури. Однак можливість реалізації другого шляху набагато складніша й дорожча, бо потребує додаткового

обладнання для отримання інформації про транспортні потоки в режимі реального часу, програмне забезпечення для виконання розрахунків параметрів регулювання й більш досконалих засобів самого регулювання.

Аналізуючи умови руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, можна відмітити, що на перехресті не виникають значні транспортні затори, які б викликалися саме режимами регулювання. Однак коливання інтенсивності руху транспортних потоків впродовж доби присутнє й доволі значне. Тому є сенс піти першим шляхом, тобто розробити додаткові програми регулювання для різних годин доби.

Проаналізувавши інтенсивності руху транспорту на перехресті та їх зміни, пропонується розробити ще дві додаткові програми – для ранкових пікових годин та для обіднього часу. Це дозволить знизити транспортні затримки на перехресті, призведе до певних потенційних економічних результатів.

2.2 Розрахунок нових режимів регулювання на перехресті

вул. Іванова – вул. Безіменна

Початком розрахунку режимів світлофорного регулювання є розробка матриці конфліктів.

До матриці конфліктів входять відстані від лінії стоп-лінії для кожного напрямку руху транспорту на перехресті дальньої конфліктної точки цього ж напрямку, враховуючи всі траєкторії руху, які включені в напрямок руху. На ці відстані впливають геометричні параметри перехрестя й, відповідно, фактичний розподіл траєкторій руху за певними напрямками [6].

Значення окремого елемента матриці конфліктів [6]:

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

де $B_{\text{стоп-світ}}$ – фактична відстань між стоп-лінією та місцем розташування світлофора);

$B_{\text{світ-пч}}$ – фактична відстань між місцем розташування світлофора та узбіччям дороги;

$B_{\text{траєктор}}$ – фактична довжина траєкторії руху транспортного засобу територією перехрестя, м.

Отримані за формулою (2.1), значення в матриці конфліктів наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Матриця конфліктів за напрямками руху, м

Напрямки	1	2	3	4	5
1	-	0	0	20	0
2	0	-	- 17,7	- 10,5	0
3	0	7,8	-	8,7	22,5
4	- 26,4	- 6,5	- 7,2	-	0
5	0	0	- 11,3	0	-

Далі визначаються перехідні інтервали [6]:

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

де t_p – значення часу сприйняття водієм зміни сигналу на світлофорі, с;

V_k – значення швидкості, яка є достатньою для збереження пропускних спроможностей дороги, м/с;

a^k – значення середнього уповільнення транспортних засобів м/с²;

B_i – значення ширини перехрестя між Стоп-лініями зустрічних напрямків, м;

l_a – значення довжини умовного розрахункового транспортного засобу, м.

Розраховується фазовий коефіцієнт [6]:

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

де N_j^i – значення об'єму руху транспорту в певному напрямі, од./год.;

M_j – значення потоку насичення в певному напрямі, од./год.

Отримані фазові коефіцієнти складаємо для подальшого використання [5]:

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

Визначаємо значення циклу регулювання [6]:

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

де L_k – значення втраченого час в циклі регулювання [6]:

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

Розраховуємо далі значення основних тактів [6]:

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

де $\bar{y}^M$ – значення фазового коефіцієнту активної фази.

Далі отримуємо коригуючі коефіцієнти [6]:

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

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

де B – значення довжини пішохідного переходу (ширина проїжджої частини), м;

V_n – значення швидкості пересування пішоходів, м/с.

За формулами (2.2 – 2.9) виконуються розрахунки. Але для скорочення часу використаємо відповідне програмне забезпечення, яке дозволяє провести розрахунки значно швидше.

Після введення вихідних даних (матриця конфліктів, швидкість руху, середня довжина транспортного засобу) та зазначення особливостей засобів регулювання (наявність додаткових секцій для регулювання поворотного руху) потрібно прописати характеристики фаз регулювання (фактичні напрямки руху, геометричні параметри смуг руху, об'єми руху за напрямками, фактичні радіуси при виконанні поворотів, якщо має місце виділення окремих смуг руху для цього маневру). Результати розрахунків зведені в таблицях 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2 - Параметри циклу регулювання вранці

Такт	Тривалість, с	
перехідний	1 – 2	6
	2 – 3	9
	3 – 1	6
основний	1	9
	2	21
	3	13
Тривалість циклу регулювання – 64 секунди		

Таблиця 2.3 - Параметри циклу регулювання ввечері

Такт	Тривалість, с	
перехідний	1 – 2	6
	2 – 3	9
	3 – 1	6
основний	1	9
	2	15
	3	10
Тривалість циклу регулювання – 53 секунди		

Таблиця 2.4 - Параметри циклу регулювання в обідні години

Такт	Тривалість, с	
перехідний	1 – 2	6
	2 – 3	9
	3 – 1	6
основний	1	9
	2	19
	3	11
Тривалість циклу регулювання – 58 секунд		

Розрахунки ранкового періоду практично співпали із наявними на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна. Однак перейти на три режими руху все ж не вдасться. І причиною цього є значна ширина пішохідного переходу (ширина проїжджої частини дороги з 4-ма мугами руху та ширина двох колій трамваю). Пішохідний рух виконується в 3-ій фазі. Час на перехід складає 13 с. При такій ширині переходу зменшувати час на нього є доволі небезпечним.

Тому залишаємо режими регулювання руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна без змін.

2.3 Зниження швидкості транспортного потоку

Проблема перевищення швидкості руху наявна перед перехрестям по вулиці Іванова при русі від проспекту Моторобудівників.

Проблему перевищення швидкості руху можливо вирішувати двома основними способами: обмеженням швидкості дорожніми знаками та примусовим обмеженням швидкості різними засобами (звуження проїжджої частини, штучна зміна траєкторії руху з прямої на криву, застосування штучних перепон типу «лежачій поліцейський») [4].

Засоби примусового зниження швидкості в силу своїх особливостей призводять до зменшення пропускної спроможності дороги. В нашому випадку це не потрібно й, навіть, небезпечно. Тому пропонується для зниження швидкості використати найпростіший спосіб – застосування дорожніх знаків.

Здебільшого швидкість обмежують знаком 3.29 «Обмеження максимальної швидкості» із зазначенням порогу дозволеної швидкості. В нашому випадку пропонується обмеження швидкості до 40 км/год, що не повинно значно вплинути на пропускну спроможність перехрестя з примусовим регулюванням. Зовнішній вигляд знаку наведений на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Знак 3.29 «Обмеження максимальної швидкості», який планується встановити на перехресті

Застосування знаку 3.29 можливо побачити на удосконаленій схемі організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна на рисунку 2.3.

2.4 Підвищення безпеки пішохідного руху на пішохідному переході

Основні вимоги до організації пішохідного переходу через трамвайні колії це безпека пішоходів та їх комфорт [4].

Безпека досягається правильним розташуванням та обладнанням пішохідного переходу, належними умовами видимості, відповідністю геометричних розмірів переходу наявному пішохідному потоку, відповідним освітленням.

Комфорт пішоходів залежить від зручності пересування переходом та якості освітлення. Зручність пересування ж буде найбільшою, якщо перехід знаходиться на одному рівні з площею головок рейок трамвайного шляху, так, як показано на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Приклад облаштування переходу трамвайних колій

На перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна подібне облаштування було, але на момент спостереження воно було в незадовільному стані. Тому слід передбачити в якості заходу підвищення безпеки руху на перехресті відповідні ремонтні роботи.

2.5 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

2.5.1 Застосування дорожніх знаків

Дорожні знаки використовуються згідно вимогам [7].

На перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна для поліпшення організації дорожнього руху та для дотримання вимог [7] передбачене встановлення додаткових дорожніх знаків. В таблиці 2.5 вказані знаки, які планується встановити.

Розташування дорожніх знаків в удосконаленій схемі організації дорожнього руху можливо побачити на рисунку 2.3.

Таблиця 2.5 – Дорожні знаки, які планується встановити

№	Номер знаку	Назва знаку	Кількість
1	3.23	Поворот ліворуч заборонено	1
2	3.29	Обмеження максимальної швидкості	1
3	4.1	Рух прямо	1
4	5.16	Напрямки руху по смугах	2
5	5.35.2	Пішохідний перехід	2

2.5.2 Застосування дорожньої розмітки

Дорожня розмітка використовується згідно вимогам [8].

На перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна для поліпшення організації дорожнього руху та для дотримання вимог [8] передбачене нанесення дорожньої розмітки, позначеної в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Дорожня розмітка, передбачена на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

Вид розмітки	Одиниці вимірювання	Кількість
1.1	м ²	3
1.3		4,5
1.5		1,5
1.6		1
1.12		24
1.14.3		22,5
1.18		13,5
Разом		70

Розташування дорожньої розмітки в удосконаленій схемі організації дорожнього руху можливо побачити на рисунку 2.3.

2.5.3 Удосконалення схеми організації руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна

Якісна організація дорожнього руху є найважливішою умовою ефективного транспортного процесу на вулично-дорожніх мережах населених пунктів. При цьому воно обов'язково базується на комплексному підході та детально розробленому проєкті з урахуванням натурних обстежень. Особливо це важливо для великих міст, де виникають складні задачі ув'язки роботи пасажирського транспорту в умовах загальних транспортних потоків, масового руху пішоходів, забезпечення автомобільних стоянок, тощо [4].

Схема організації дорожнього руху є передумовою для якісної організації самого руху. Від якості виконання схеми, її ретельної проробки залежать результати фактичної організації транспорту – транспортні затримки, умови руху, рівні безпеки.

Схема організації дорожнього руху представляє собою масштабне планування ділянки вулично-дорожньої мережі з нанесенням на нього всіх передбачених технічних засобів організації дорожнього руху, таких як: дорожні знаки всіх груп, вертикальна й горизонтальна дорожні розмітки, транспортні та пішохідні світлофори, транспортна та пішохідна огорожа, тощо.

На рисунку 2.3 зображено удосконалену схему організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна із зазначенням всіх елементів для організації руху.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Запропоновані заходи повинні призвести до збільшення рівня безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна. Однак для реалізації заходів потрібні певні інвестиції, а економічну ефективність планується отримати за рахунок зменшення потенційної аварійності на перехресті.

Для реалізації заходів з підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна необхідні певні капітальні вкладення, грн.:

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

де $K_{зн}$ – капітальні вкладення на придбання та встановлення дорожніх знаків, грн.;

$K_{пнк}$ – капітальні вкладення на реконструкцію пішохідного переходу через трамвайну колію, грн.

Капітальні вкладення на придбання та встановлення дорожніх знаків, грн:

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

де $C_{зн}$ – вартість усіх дорожніх знаків, що встановлюються, грн.;

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

В таблиці 3.1 надані дорожні знаки, які планується встановити у відповідності до таблиці 2.5.

Загальна вартість встановлення усіх дорожніх знаків, грн:

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

де $C_{I\text{ зн}}$ – вартість встановлення одного дорожнього знаку;
 $N_{\text{зн}}$ – кількість дорожніх знаків, які передбачається встановити.

Таблиця 3.1 – Дорожні знаки, які планується встановити

№	Знаки, що передбачено встановити		
	Кількість знаків	Ціна за один знак	Вартість одного знаку
3.23	1	951	951
3.29	1	951	951
4.1	1	951	951
5.16	2	1344	2688
5.35.2	2	951	1902
Разом	7		7443

$$C_{\text{вст.зн}} = 361 \cdot 7 = 2527 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{зн}} = 7443 + 2527 = 9970 \text{ грн.}$$

Площа реконструкції пішохідного переходу трамвайних колій 32 м². Вартість забудови 1 м² пішохідного переходу залежить від конструкції та матеріалу переходу. Прийmemo вартість 1 м² пішохідного переходу – 2600 грн. Тоді капітальні вкладення на реконструкцію пішохідного переходу через трамвайні колії складе:

$$K_{\text{птк}} = 32 \cdot 2600 = 83200 \text{ грн.}$$

Отже, капітальні вкладення для реалізації заходів підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна:

$$K = 9970 + 83200 = 93170 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для реалізації заходів підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, грн. [9]:

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

де C_p – вартість обслуговування та ремонту обладнання, грн.;
 C_a – розмір витрат на виконання амортизаційних відрахувань, грн;
 $C_{\text{ел}}$ – розмір витрат на електроенергія для роботи об'єкту регулювання, грн.

Вартість обслуговування та ремонту обладнання, грн. [9]:

$$C_p = K_{\text{е}} \cdot n_p / 100, \quad (3.5)$$

де $K_{\text{е}}$ – вартість обладнання (дорожні знаки, перехід), грн.;
 n_p – норматив відрахувань на обслуговування обладнання, %.

$$C_p = 93170 \cdot 5 / 100 = 4659 \text{ грн.}$$

Розмір витрат на виконання амортизаційних відрахувань, грн. [8]:

$$C_a = K_{\text{б}} \cdot n_a / 100, \quad (3.6)$$

де n_a – норматив на амортизаційні відрахування, %.

$$C_a = 93170 \cdot 24 / 100 = 22361 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електроенергію розраховуються як сума потужності споживання електричної енергії об'єктом регулювання, грн: [9]:

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot K_e \cdot S_e \cdot P_e, \quad (3.7)$$

де K_e – значення коефіцієнту використання електричної потужності;
 S_e – значення ціни 1 кВт електричної енергії, грн.;
 P_e – значення суми потужностей об'єктів регулювання, кВт·год.

$$P_e = \sum_{i=1}^6 (P_{св} \cdot n_i + P_{\partial ki}), \quad (3.8)$$

де n_i – значення кількості транспортних та пішохідних світлофорів;
 $P_{св}$ – значення середньої потужності одного світлофора, кВт;
 $P_{\partial ki}$ – значення потужності контролеру, кВт.

$$P_e = 0,1 \cdot 14 + 0,17 = 1,57 \text{ кВт/год.}$$

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 4,4 \cdot 1,57 = 54463 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для реалізації заходів підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна:

$$C_{експл} = 4659 + 22361 + 54463 = 81483 \text{ грн.}$$

До поточних витрат також входять витрати на щорічне поновлення дорожньої розмітки. Вартість цих робіт зведена в таблицю 3.2 у відповідності до таблиці 2.6.

Загальні поточні витрати для реалізації заходів підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна:

$$C_{поточ} = 81483 + 16676 = 98159 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2 – Витрати на поновлення дорожньої розмітки

Вид розмітки	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна поновлення одиниці, грн	Загальна вартість поновлення, грн
1.1	м ²	3	238,23	715
1.3		4,5		1072
1.5		1,5		357
1.6		1		238
1.12		24		5718
1.14.3		22,5		5360
1.18		13,5		3216
Разом		70		16676

Згідно даних п. 1.6 за останні три роки на перехресті відбулося 171 дорожньо-транспортних пригод, 3 з яких із пораненням людей. Збитки від ДТП на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, грн. [9]:

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

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

C_z, C_n, C_m – збитки при загибелі людини, в наслідок травмування, й виключно тільки при ушкодженні майна, грн.

Для розрахунків були прийняті наступні дані:

$$C_n = 150000 \text{ грн.}; C_m = 100000 \text{ грн.}$$

Збитки від ДТП на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна склали:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = 3 \cdot 150000 + 14 \cdot 100000 = 1850000 \text{ грн.}$$

Для того, щоб вирахувати реальне зниження збитків від ДТП після впровадження певних заходів, потрібно взяти до уваги коефіцієнти зниження з таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти для вирахування зниження збитків від аварійності [9]

Заходи з підвищення безпеки руху	Коефіцієнт
встановлення додаткових дорожніх знаків	0,15
відновлення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23
реконструкція пішохідного переходу	0,31

Коригуючий коефіцієнт зниження витрат від дорожньо-транспортних пригод, грн. [9]:

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

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,15) \cdot (1 - 0,23) \cdot (1 - 0,31) = 0,548.$$

Враховуючи сумарний коригуючий коефіцієнт зменшення витрат від дорожньо-транспортних пригод, грн. [9]:

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

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,548 \cdot 1850000 = 1013800 \text{ грн.}$$

Економія за рік завдяки підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна, грн [9]:

$$E = \Delta C_{\text{дтп}} - C_{\text{ном}} \quad . \quad (3.12)$$

$$E = 1013800 - 98159 = 915641 \text{ грн.}$$

Річна економія майже в 10 разів більша за розмір капітальних вкладень. Тому можна стверджувати, що запропоновані заходи з підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна не тільки є дієвим заходом, але й економічно виправданим.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розглянуті питання поліпшення організації перевезень на автобусному маршруті № 4 шляхом підвищення рівня безпеки руху.

Був виконаний ретельний аналіз організації дорожнього руху на одному з небезпечних перехресть на маршруті – вул. Іванова – вул. Безіменна. Для транспортних та пішохідних потоків була зібрана інформація щодо їх інтенсивностей та складу. Були спостережені швидкості руху автомобілів на одному підході до перехрестя. Детально розглянута статистика ДТП. В якості основних недоліків були визначені високий рівень аварійності на перехресті з участю маршрутного транспорту, порушення безпечних швидкісних режимів, незадовільний стан пішохідного переходу через трамвайні колії.

З метою зменшення аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна та підвищення безпеки руху було виконано удосконалення загальної схеми організації дорожнього руху. Організаційні заходи стосувалися розташування дорожніх знаків та нанесення дорожньої розмітки.

Крім того, для підвищення пропускної спроможності перехрестя, зменшення транспортних затримок було розглянуто введення замість одної програми жорсткого регулювання використання трьох різних програм. Але від введення прийшлося відмовитися через особливі умови пішохідного руху на перехресті.

Були виконані економічні розрахунки, які підтвердили можливість реалізації заходів з підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Безіменна з економічного боку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Паспорт автобусного маршруту № 4 регулярних перевезень «Аеро-порт – пр. Металургів» - 29 с.
2. Запорізька міська рада. Офіційний сайт. URL: <https://zp.gov.ua/uk/page/shevchenkivskij> (дата звернення: 18.05.2023)
3. Паспорт Шевченківського району міста Запоріжжя. URL: https://zp.gov.ua/upload/editor/pasport_18-01-2023.pdf (дата звернення: 18.05.2023)
4. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука, О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
5. Правила дорожнього руху України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.05.2023)
6. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.
7. ДСТУ 4100:2014 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4100_2014.pdf (дата звернення: 23.05.2023)
8. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_2587_2021.pdf (дата звернення: 23.05.2023)
9. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.