

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

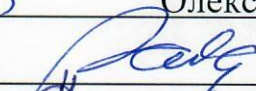
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПІДВИЩЕННЯ
БЕЗПЕКИ РУХУ НА АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ № 23
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»


Олександр ПЕТУХОВ
(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)

ПЕТУХОВА Олександра Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації перевезень та підвищення безпеки руху на автобусному маршруті № 23 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.

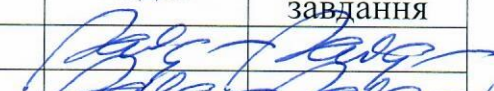
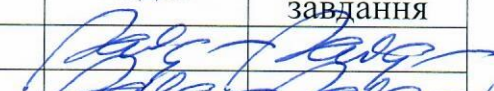
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) паспорт автобусного маршруту №23, існуюча вулично-дорожня мережа, статистика дорожньо-транспортних пригод, існуюча схема організації дорожнього руху

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. Кругова, 2.3 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, 2.3.1 Застосування дорожніх знаків, 2.3.2 Застосування дорожньої розмітки, 2.3.3 Удосконалення схеми організації руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, 3. Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проекту (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 проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (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)

Олександр ПЕТУХОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 49 стор., 22 табл., 14 рис., 8 використаних джерел.

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

Об'єкт дослідження – автобусний маршрут № 23 міста Запоріжжя.

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

Метод дослідження – аналітичний.

В дипломній роботі розглянутий автобусний маршрут № 23 міста Запоріжжя, визначені місця на маршруті, які є найбільш небезпечними.

Розглянуті питання організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, який зазначений в паспорті автобусного маршруту № 23 серед інших, як місце концентрації дорожньо-транспортних пригод. Зібрані основні характеристики транспортних та пішохідних потоків на зазначеному перехресті.

Для підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова запропоновано удосконалення схеми організації дорожнього руху. Для зменшення транспортних затримок на перехресті запропоновано використання багатопрограмного жорсткого регулювання, замість однієї програми регулювання. Виконані відповідні розрахунки режимів регулювання.

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 № 23.....	8
1.2 Загальна характеристика інфраструктури Шевченківського району міста Запоріжжя та його транспортних зв'язків.....	11
1.3 Загальна характеристика перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова	12
1.4 Дослідження основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.....	13
1.5 Загальна характеристика управління дорожнім рухом на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.....	20
1.6 Статистика та аналіз ДТП на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.....	22
1.7 Постанова завдань на дипломну роботу.....	26
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	27
2.1 Особливості регулювання перехресть.....	27
2.2 Розрахунок нових режимів регулювання на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.....	30
2.3 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.....	36
2.3.1 Застосування дорожніх знаків.....	36
2.3.2 Застосування дорожньої розмітки.....	37
2.3.3 Удосконалення схеми організації руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.....	38
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	40

Висновки.....	48
Перелік джерел посилання.....	49

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 № 23 міста Запоріжжя й присвячена ця дипломна робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика автобусного маршруту № 23

Регулярний автобусний маршрут № 23 «Вул. Богдана Завади – ТЦ «City Mall» – вул. Богдана Завади» 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 № 23 здійснюється автобусами категорій М2, М3 трьох класів [1]:

- автобусами класу А з загальною пасажиромісткістю до 22 місць, призначених для перевезення сидячих та стоячих пасажирів;
- 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.

У режимі маршрутного таксі перевезення пасажирів маршрутом № 23 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 № 23 є постійним та щоденним. Початок роботи – 05:45, закінчення роботи – 23:20 [1].

У таблицях 1.1, 1.2 наведені загальні характеристики автобусного маршруту № 23.

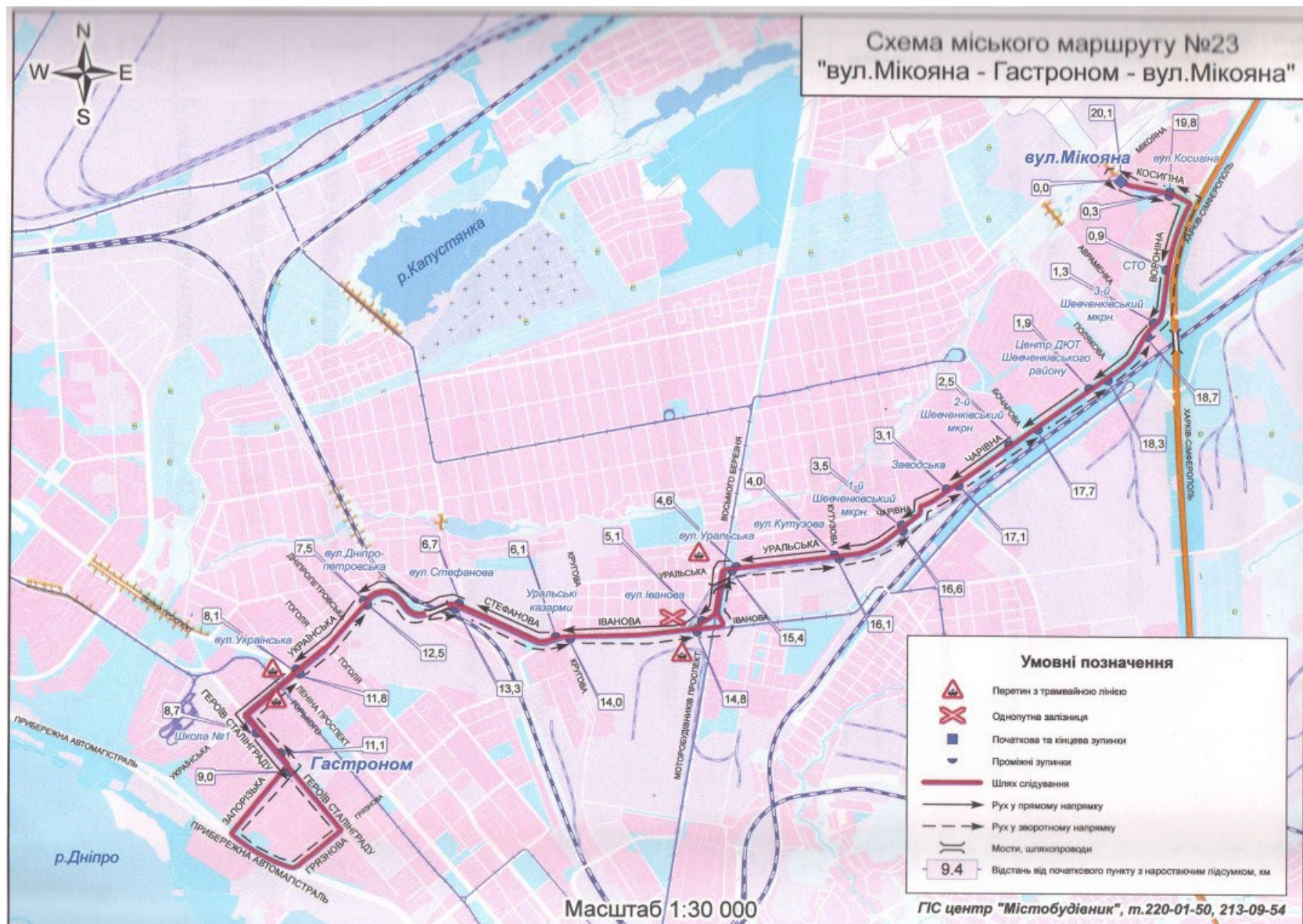


Рисунок 1.1 – Схема міського автобусного маршруту № 23 [1]

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

№	Найменування показників	Кількісні показники	
		прямий напрямок	зворотній напрямок
1	Довжина маршруту, км	20,1	
2	Тривалість рейсу, хв:		
	звичайний режим	70	
	режим маршрутного таксі	65	
3	Кількість зупинок	32	

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

№	Небезпечні ділянки	Місця розташування
1	Залізничний переїзд	- вул. Іванова, біля КБ «Прогрес»
2	Крутий поворот	- вул. Іванова – вул. Стефанова - вул. Стефанова, шляхопровід
3	Звуження проїжджої частини	пр. Моторобудівників – вул. Героїв 55-ї бригади на підході під мостом
3	Перетинання з трамвайними коліями	- пр. Моторобудівників - – вул. Героїв 55-ї бригади - пр. Моторобудівників – вул. Іванова - вул. Українська – вул. Поштова
4	Концентрація ДТП	- Прибережна магістраль – вул. Українська - пр. Соборний – вул. Українська - вул. Іванова – вул. Кругова

З таблиці 1.2 виходить, що маршрут проходить доволі багато місць, які несуть потенційну небезпеку. В якості об'єкту подальшого дослідження обемо перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова, 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 районі 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.

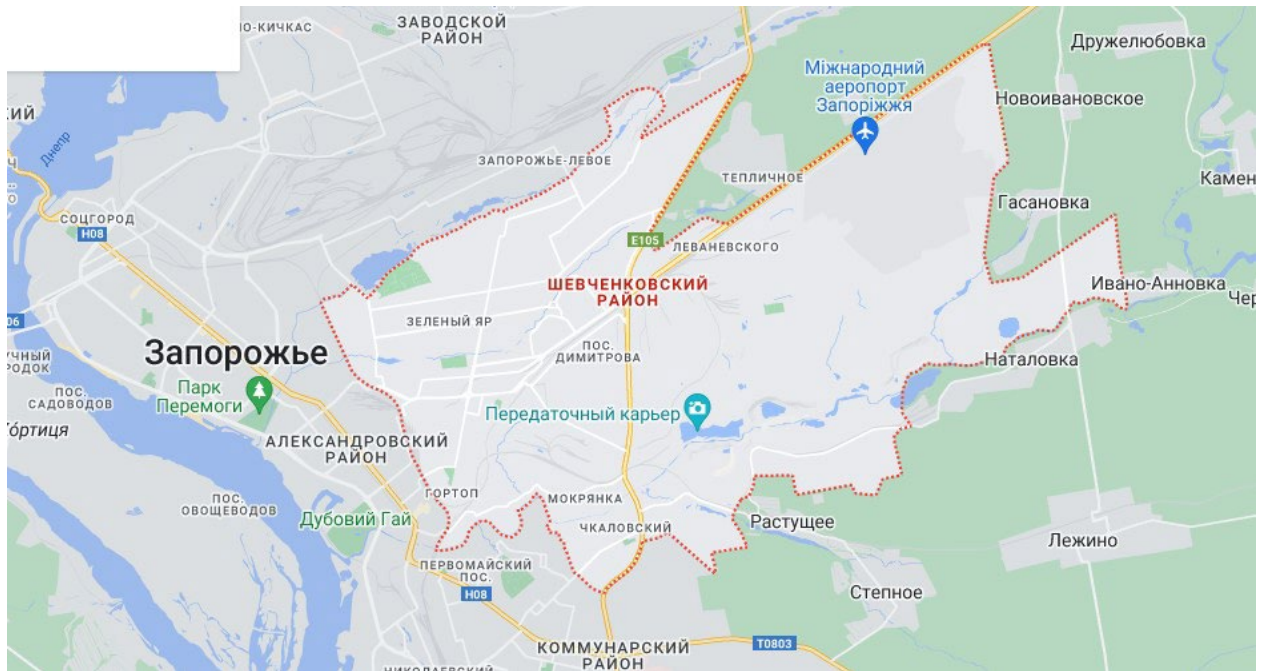


Рисунок 1.2 – Територія Шевченківського району міста Запоріжжя [2]

Шевченківський район міста Запоріжжя має розвинену транспортну інфраструктуру, яка складається з 25 міських автобусних маршрутів загального користування, серед яких і маршрут № 23, та 4 трамвайних маршрутів [3].

1.3 Загальна характеристика перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова

Перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова є чотирьохбічним перехрестям з перетином не під прямими кутами з доволі невеликою площею. Загальний вигляд перехрестя показано на рисунку 1.3. Перехрестям рухаються транспортні потоки напрямком від Шевченківського району до центру міста Запоріжжя.

Поруч із перехрестям розташована територія промислового підприємства «Мотор Січ» (в кварталі між вулицями Іванова та Кругова), великий супермаркет «Сільпо», торгівельні об'єкти різного характеру та житлова одноповерхова забудова.



Рисунок 1.3 – Перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова

На перехресті вул. Іванова – вул. Кругова радіуси заокруглень складають від 3 до 6 метрів. Тротуари проходять майже впродовж всіх вулиць та їх ширина коливається від 1 до 4 метрів. На момент дослідження розмітка була відсутня.

Перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова 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. Кругова

Аналіз характеристик транспортного потоку, передусім, передбачає облік інтенсивності руху, збір інформації про склад потоку.

Інтенсивність і склад руху є основними показниками, що впливають на такі важливі параметри автомобільної дороги, як ширина проїзної частини, конструкція дорожнього одягу, конструкція дорожніх розв'язок тощо. Вони характеризують рівень завантаження дороги і рівень зручності руху і є визначальними показниками для призначення класності або так званої категорії дороги [2].

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, тощо. На рисунку 1.4 наведені напрямки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, за якими проводилося дослідження характеристик транспортних потоків.

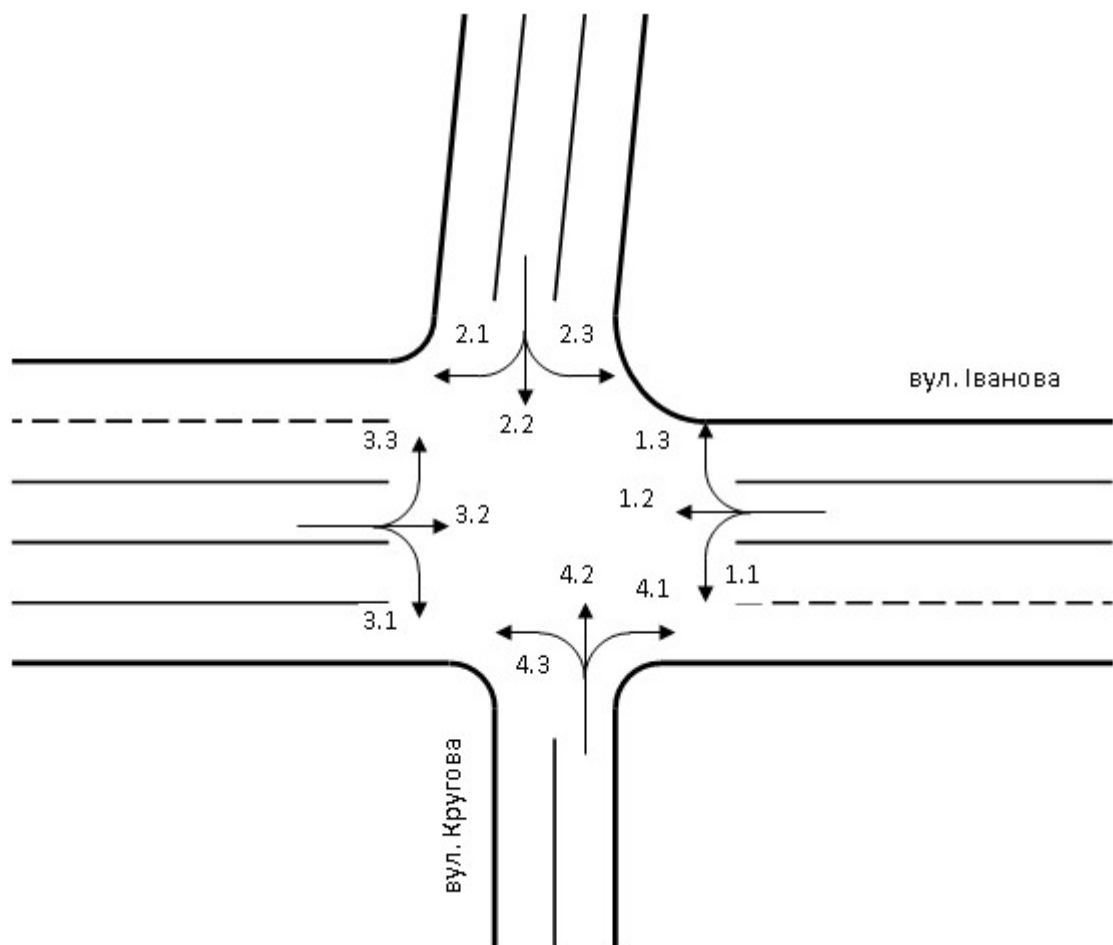


Рисунок 1.4 – Напрямки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

Проводимо облік інтенсивності на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, 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.

Таблиця 1.3 – Обсяги руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова в ранці 8:30 – 9:30

Тип автомо- біля	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
Легковий	218	592	113	108	51	8	8	572	22	564	112	19
Мікроавтобус	0	57	0	4	1	2	3	63	1	4	32	2
Вант. < 2 т	18	51	7	9	1	2	0	56	1	32	13	2
Вант. < 5 т	3	22	0	6	2	0	1	15	0	14	2	0
Вант. < 8 т	1	30	0	2	0	0	1	20	2	2	0	2
Вант. < 14 т	1	13	1	0	0	0	0	19	1	0	0	0
Автопотяг	0	7	1	0	0	0	0	8	1	1	0	0
Автобус	2	30	0	0	0	0	0	40	0	1	0	0
Мотоцикл	0	0	0	2	1	1	0	2	0	4	0	0

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

Тип автомо- біля	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
Легковий	164	444	85	81	38	6	6	429	17	423	84	14
Мікроавтобус	0	43	0	3	0	2	2	47	1	3	24	2
Вант. < 2 т	14	38	5	7	1	2	0	42	1	24	10	2

Кінець таблиці 1.4

Тип автомо- біля	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
Вант. < 5 т	2	17	0	5	2	0	1	11	0	11	2	0
Вант. < 8 т	1	23	0	2	0	0	1	15	2	2	0	2
Вант. < 14 т	1	10	1	0	0	1	0	14	1	0	0	0
Автопотяг	0	5	1	0	0	0	0	6	1	1	1	0
Автобус	2	23	0	0	0	0	0	30	0	1	0	0
Мотоцикл	0	0	0	2	0	1	0	2	0	3	0	0

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

Тип автомо- біля	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
Легковий	115	437	62	96	44	6	15	687	217	389	206	22
Мікроавтобус	1	58	0	1	0	2	4	60	2	4	18	1
Вант. < 2 т	12	42	5	1	1	4	1	74	15	28	24	2
Вант. < 5 т	2	14	1	0	1	3	0	26	4	12	1	1
Вант. < 8 т	0	21	1	1	0	0	3	32	8	0	1	1
Вант. < 14 т	0	7	0	1	2	2	1	29	4	1	0	1
Автопотяг	1	3	0	0	1	0	0	12	2	0	0	1
Автобус	0	28	0	0	0	0	0	54	0	2	0	1
Мотоцикл	1	0	0	0	2	0	1	1	2	0	2	0

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

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

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. Кругова в ранці 08:30 – 09:30

Тип авто- мобіля	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
Легковий	218	592	113	108	51	8	8	572	22	564	112	19
Мікроавто- бус	0	85	0	6	1,5	3	4,5	94	1,5	6	48	3
Вант. < 2 т	27	76	10	13	1,5	3	0	84	1,5	48	19	3
Вант. < 5 т	6	44	0	12	4	0	2	30	0	28	4	0
Вант. < 8 т	2	75	0	5	0	0	2	50	5	5	0	5
Вант. < 14 т	3	45	3	0	0	0	0	66	3	0	0	0
Автопотяг	0	28	4	0	0	0	0	32	4	4	0	0
Автобус	5	75	0	0	0	0	0	100	0	2	0	0
Мотоцикл	0	0	0	1	0	0,5	0	1	0	2	0	0
Разом	262	1022	131	146	58	15	17	1030	38	660	184	30

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

Тип автомо- біля	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
Легковий	164	444	85	81	38	6	6	429	17	423	84	14
Мікроавтобус	0	64	0	5	0	2	3	71	1	5	36	2
Вант. < 2 т	20	57	8	10	1	2	0	63	1	36	15	2
Вант. < 5 т	5	33	0	9	3	0	2	23	0	21	3	0
Вант. < 8 т	2	56	0	4	0	0	2	38	4	4	0	4
Вант. < 14 т	3	34	3	0	0	1	0	50	3	0	0	0
Автопотяг	0	21	3	0	0	0	0	24	3	3	1	0
Автобус	4	56	0	0	0	0	0	75	0	2	0	0
Мотоцикл	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0
Разом	197	767	98	110	44	11	13	773	29	495	138	23

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

Тип авто- мобіля	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
Легковий	115	437	62	96	44	6	15	687	217	389	206	22
Мікроавто- бус	1,5	87	0	1,5	0	3	6	90	3	6	27	1,5
Вант. < 2 т	18	63	7,5	1,5	1,5	6	1,5	111	22,5	42	36	3
Вант. < 5 т	4	28	2	0	2	6	0	52	8	24	2	2
Вант. < 8 т	0	52,5	2,5	2,5	0	0	7,5	80	20	0	2,5	2,5
Вант. < 14 т	0	24	0	3,5	7	7	3,5	101	14	3,5	0	3,5
Автопотяг	4	12	0	0	4	0	0	48	8	0	0	4
Автобус	0	70	0	0	0	0	0	135	0	5	0	2,5
Мотоцикл	0	0	0	0	0,1	0	0	0,5	0,1	0	0,1	0
Разом	143	774	74	105	59	28	34	1305	293	470	274	41

Склад транспортного потоку на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова наведений на рисунку 1.5.

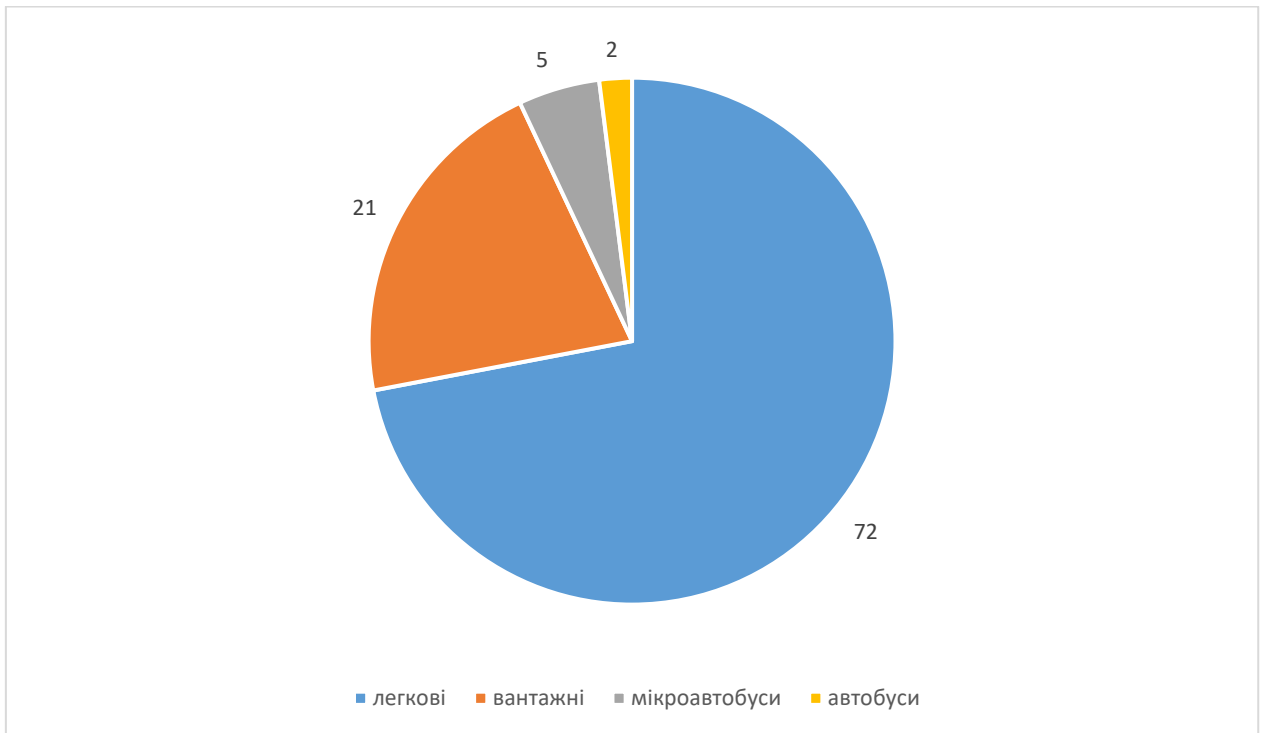


Рисунок 1.5 – Склад транспортного потоку на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

За результатами обліку складу транспортного потоку найбільш переважають легкові автомобілі.

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 вечора інтенсивність руху пішоходів на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова складає близько 350 піш./год.

1.5 Загальна характеристика управління дорожнім рухом на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

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

На перехресті вул. Іванова – вул. Кругова 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 та повторюючі.

Перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова регулюється за трьохфазною схемою, яка представлена на рисунку 1.6.

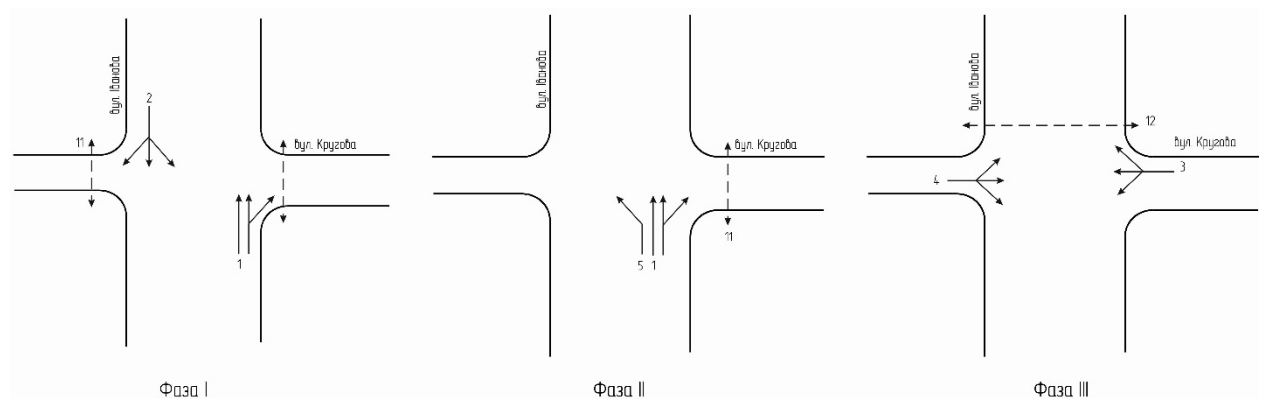


Рисунок 1.6 – Схема регулювання (трьохфазна)

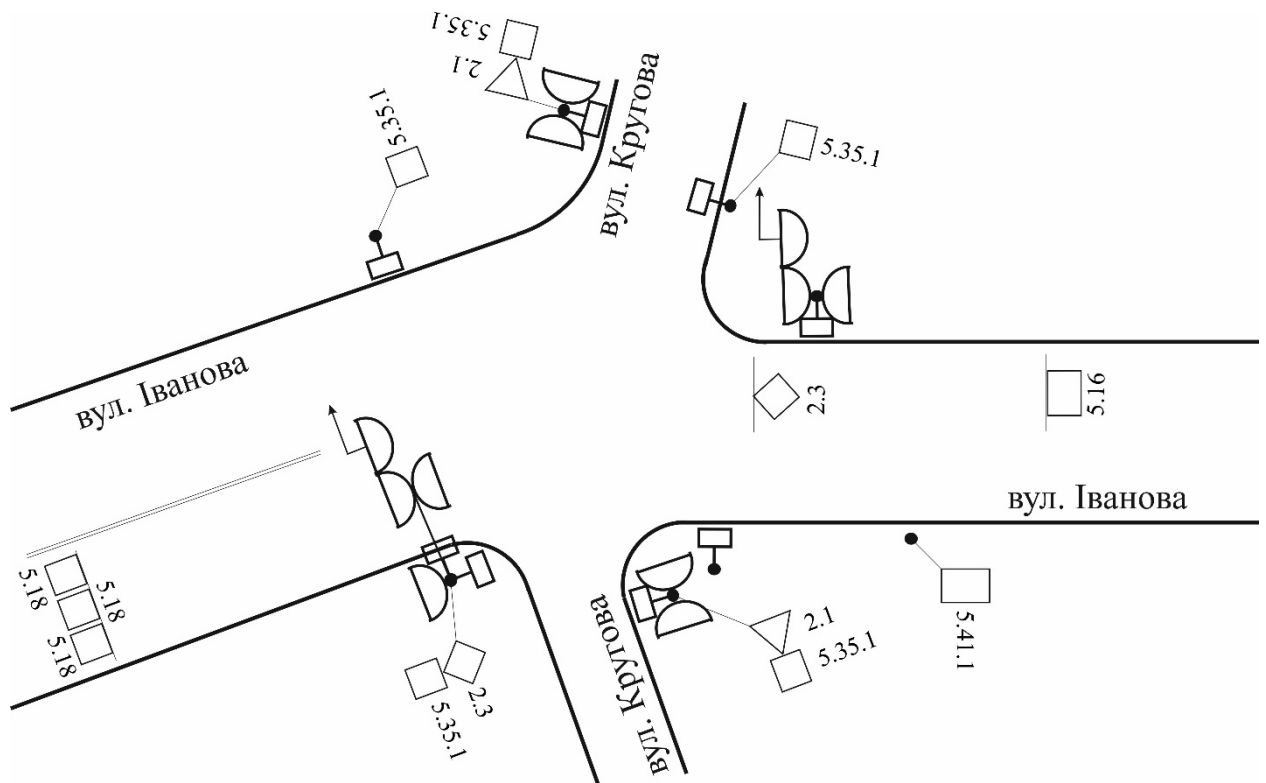
Довжина циклу регулювання складає 82 секунди. На рисунку 1.7 показана циклограма роботи світлофорів перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова.

[illegible]

Рисунок 1.7 – Діючі режими руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

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

Схема організації дорожнього руху із позначенням всіх технічних засобів для цієї організації наведена на рисунку 1.8.



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

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. Кругова наведена в таблицях 1.9, 1.10 та на рисунках 1.9, 1.10.

Таблиця 1.9 – Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

№	Роки	Кількість ДТП
1	2018	6
2	2019	20
3	2020	15
	Разом	41

Потрібно відмітити, що у 9 із 41 дорожньо-транспортних пригод, які відбулися на перехресті за період з 2018 по 2020 рік, взяли участь маршрутні

транспортні засоби. Тому проблема безпеки на перехресті стоїть достатньо гостро.

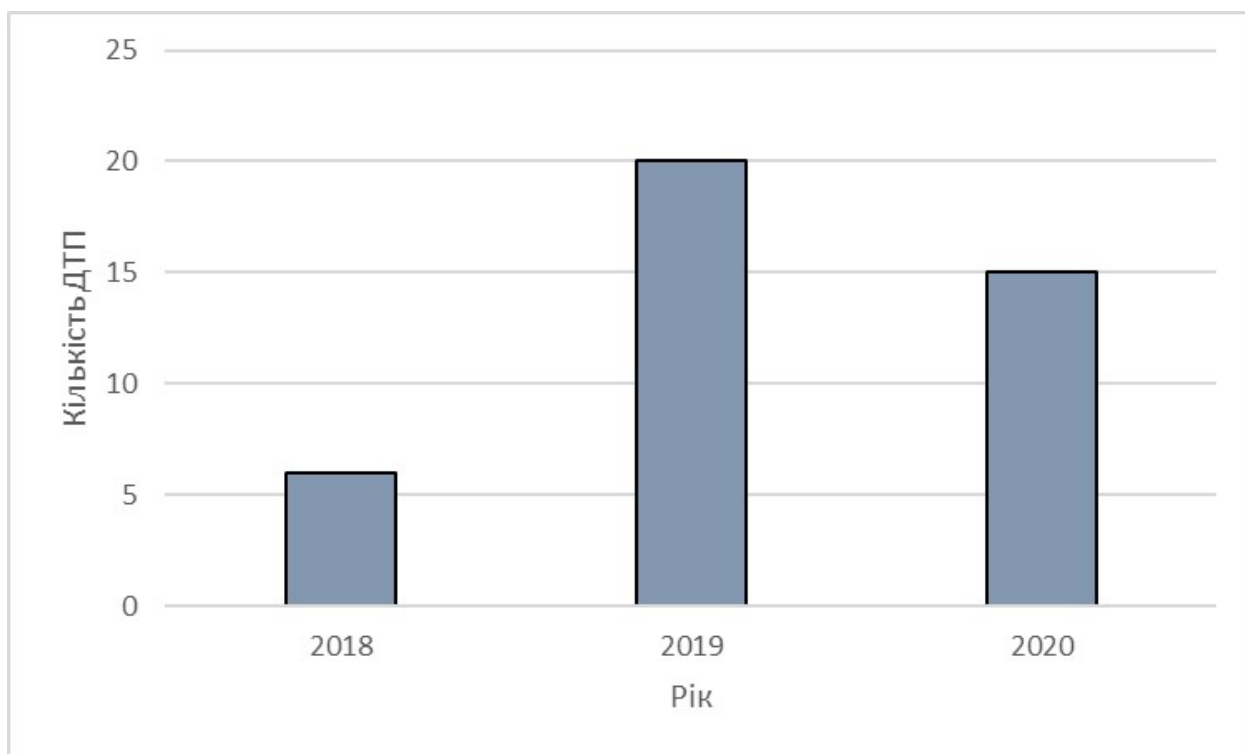


Рисунок 1.9 - Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

Таблиця 1.10 – Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова за тяжкістю наслідків

№	Тяжкість наслідків	Роки		
		2018	2019	2020
1	Кількість ДТП із постраждалими	0	4	1
2	Кількість ДТП із загиблими	0	0	0
3	Загальна кількість ДТП	6	20	15



Рисунок 1.10 - Статистичні дані аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова за тяжкістю наслідків

Аналіз аварійності за видами на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова приведений у таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Аналіз аварійності за видами у 2020 році

Види ДТП	Всього	Постраждалі
всі ДТП	15	1
зіткнення	14	0
наїзд на пішохода	1	1

Фактично на перехресті відбуваються ДТП двох видів – зіткнення та наїзд на пішохода. Лівову частку від загальної кількості складають саме зіткнення.

1.7 Постанова завдань на дипломну роботу

Перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова на маршруті руху автобусу № 23 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. Кругова:

- значна кількість ДТП при доволі не значних обсягах руху;
- відсутність гнучкості в примусовому регулюванні перехрестям;
- розташування технічних засобів регулювання дорожнім рухом не завжди відповідає вимогам відповідних державних стандартів;
- відсутність дорожньої розмітки.

Для усунення перерахованих недоліків у дипломній роботі передбачається:

- застосування кількох режимів управління рухом на перехресті, що дозволить режимам регулювання значно краще відповідати наявній інтенсивності руху;
- 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 [5].

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 [5].

Розімкнутий контур більш простіший. При цьому управління засобами регулювання відбувається виключно за заздалегідь заданій програмі, тобто в режимі жорсткого програмного управління [5].

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 [5].

Якщо розглядати перехрестя вул. Іванова – вул. Кругова, 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 [5].

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) [5].

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 [5].

Так, на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова діє трьохфазна схема регулювання, через значний транспортний потік з вулиці Іванова (в напрямку основної забудови Шевченківського району), який повертає ліворуч.

Сукупність усіх фаз регулювання, яка періодично повторюється на перехресті, називається циклом регулювання [5].

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. Кругова, 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, якими потім можливо виправдати зміни організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.

2.2 Розрахунок нових режимів регулювання на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

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 [5].

Значення окремого елемента матриці конфліктів [5]:

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

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	23,6	14,2	4,3
2	0	-	8,12	13	14,4
3	23,1	23,1	-	0	0
4	23,6	6,52	0	-	7,14
5	- 5,12	- 23,6	0	- 23,6	-

Далі визначаються перехідні інтервали [5]:

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

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 [5]:

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

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]:

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

Визначасмо значення циклу регулювання [5]:

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

де L_k – значення втраченого час в циклі регулювання [5]:

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

Розраховуємо далі значення основних тактів [5]:

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

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

Далі отримуємо коригуючі коефіцієнти [5]:

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

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

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	8
	2 – 3	7
	3 – 1	8
основний	1	38
	2	7
	3	27
Тривалість циклу регулювання – 95 секунд		

Таблиця 2.3 - Параметри циклу регулювання ввечері

Такт	Тривалість, с	
перехідний	1 – 2	8
	2 – 3	7
	3 – 1	8
основний	1	30
	2	7
	3	22
Тривалість циклу регулювання – 82 секунд		

На рисунках 2.1 – 2.3 приведені відповідні виконаним розрахункам циклограми роботи забів регулювання на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова.

Таблиця 2.4 - Параметри циклу регулювання в обідні години

Такт	Тривалість, с	
перехідний	1 – 2	8
	2 – 3	7
	3 – 1	8
основний	1	34
	2	7
	3	11
Тривалість циклу регулювання – 82 секунд		

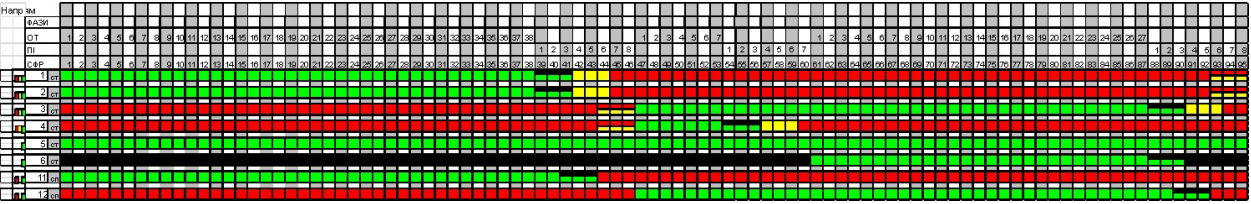


Рисунок 2.1 – Параметри роботи світлофорів в ранкові пікові години (програма І)

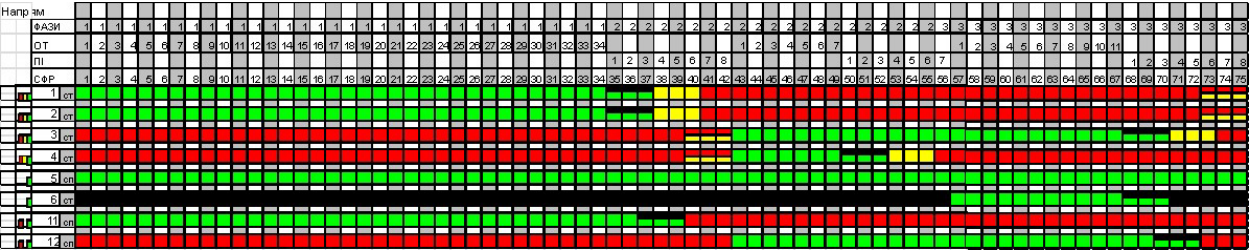


Рисунок 2.2 – Параметри роботи світлофорів в обідні години (програма ІІ)

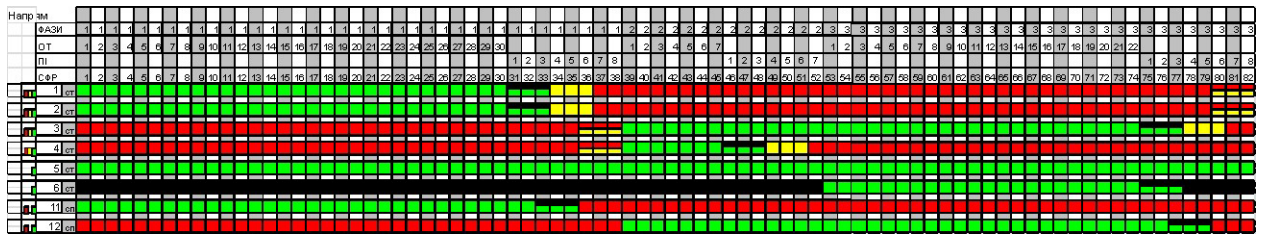


Рисунок 2.3 – Параметри роботи світлофорів у вечірній піковій годині (програма III)

В таблиці 2.5 наведений розподіл роботи світлофорів за програмами регулювання на протязі доби.

№	Години доби	Програма
1	6:00 – 7:00	II
2	7:00 – 10:00	I
3	10:00 – 15:00	II
4	15:00 – 18:00	III
5	18:00 – 22:00	II
6	22:00 – 6:00	жовте миготіння

2.3 Підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

2.3.1 Застосування дорожніх знаків

Дорожні знаки використовуються згідно вимогам [6].

На перехресті вул. Іванова – вул. Кругова для поліпшення організації дорожнього руху та для дотримання вимог [6] передбачене встановлення додаткових дорожніх знаків. В таблиці 2.6 вказані знаки, які планується встановити.

Розташування дорожніх знаків в удосконаленій схемі організації дорожнього руху можливо побачити на рисунку 2.4.

Таблиця 2.6 – Дорожні знаки, які планується встановити

№	Номер знаку	Назва знаку	Кількість
1	3.34	Зупинку заборонено	2
2	4.7	Об'їзд перешкоди з правого боку	2
3	5.16	Напрямки руху по смугах	2
4	5.20.1	Початок додаткової смуги руху	1
6	5.35.2	Пішохідний перехід	6

2.3.2 Застосування дорожньої розмітки

Дорожня розмітка використовується згідно вимогам [7].

На перехресті вул. Іванова – вул. Кругова для поліпшення організації дорожнього руху та для дотримання вимог [7] передбачене нанесення дорожньої розмітки, позначеної в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Дорожня розмітка, передбачена на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

Вид розмітки	Одиниці вимірювання	Кількість
1.1	м ²	3,5
1.3		4,5
1.5		2
1.6		1,5
1.8		0,5
1.12		28
1.14.2		66
1.17		32
1.18		15,5
Разом		153,5

Розташування дорожньої розмітки в удосконаленій схемі організації дорожнього руху можливо побачити на рисунку 2.4.

2.3.3 Удосконалення схеми організації руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

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 2.4 зображено удосконалену схему організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова із зазначенням всіх елементів для організації руху.

Впровадження схеми руху транспорту, зображеної на рисунку 2.4, дозволить підвищити рівень безпеки руху транспорту на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, в тому числі й автобусів маршруту № 23.

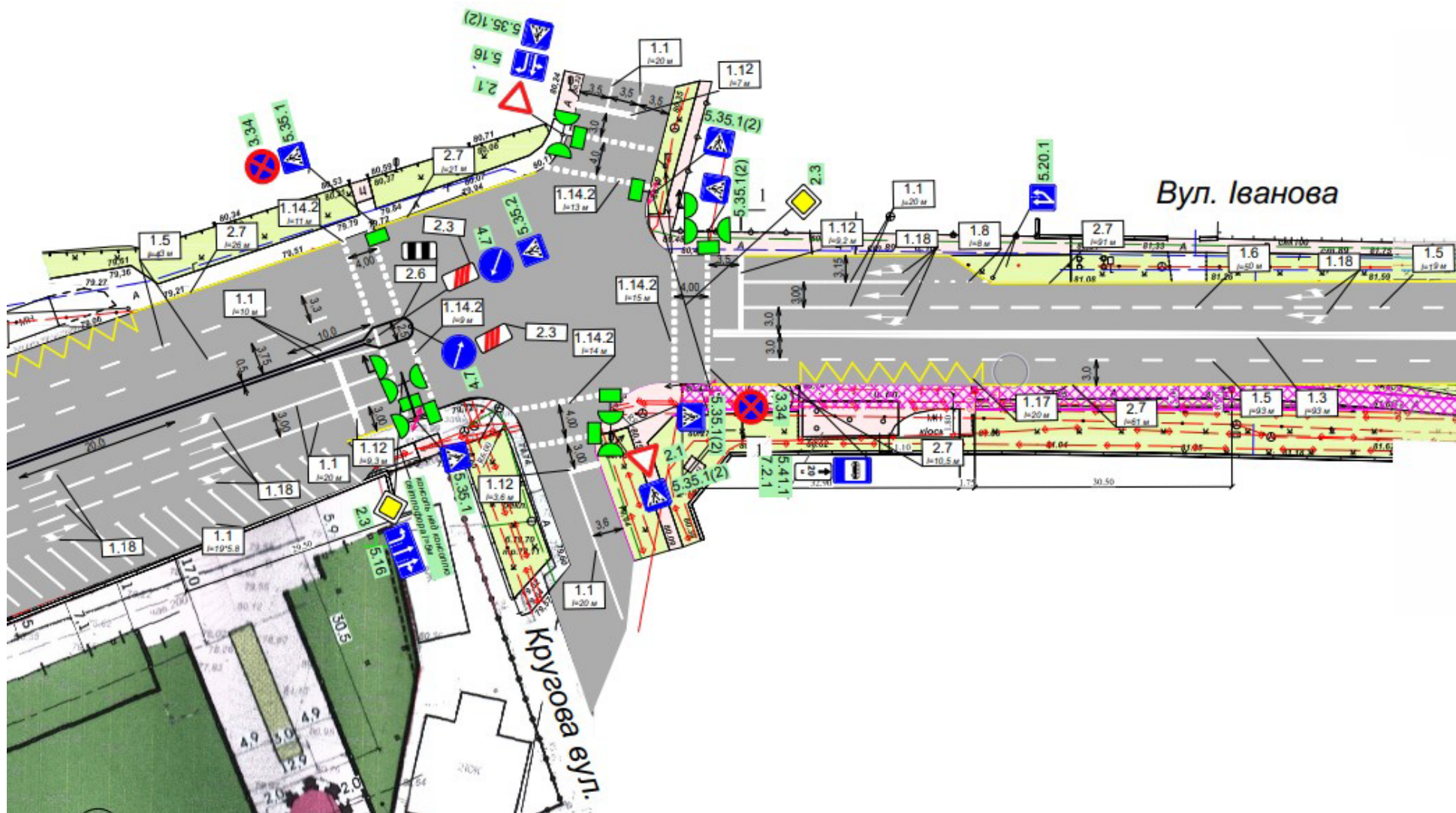


Рисунок 2.4 – Удосконалена схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Запропоновані заходи повинні призвести до збільшення рівня безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова. Особливого ефекту слід очікувати для маршрутного пасажирського транспорту, в тому числі й для автобусного маршруту № 23. Однак для реалізації заходів потрібні певні інвестиції, а економічну ефективність планується отримати за рахунок зменшення потенційної аварійності та затримок транспорту на перехресті.

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

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

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

$K_{пр}$ – капітальні вкладення на заміну контролеру об'єкту регулювання на більш досконалий, 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 2.6.

Загальна вартість встановлення усіх дорожніх знаків, грн:

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

де $C_{1\text{ зн}}$ – вартість встановлення одного дорожнього знаку;
 $N_{зн}$ – 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
3.34	2	951	1902
4.7	2	951	1902
5.16	2	1344	2688
5.20.1	1	951	951
5.35.2	6	951	5706
Разом	13		13149

$$C_{вст.зн} = 361 \cdot 13 = 4693 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 13149 + 4693 = 17842 \text{ грн.}$$

Вартість нового дорожнього контролеру з можливістю підтримки координованого регулювання складає близько 120 тис. грн. На перехресті вул. Іванова – вул. Кругова координація не передбачена, тому можна обійтись більш дешевими аналогами тільки з підтримкою багатопрограмного жорсткого регулювання. Такий контролер разом із витратами на встановлення:

$$K_{кон} = 80000 \text{ грн.}$$

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

$$K = 17842 + 80000 = 97842 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для реалізації заходів підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, грн. [8]:

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

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. [8]:

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

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

$$C_p = 97842 \cdot 5 / 100 = 4892 \text{ грн.}$$

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

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

де n_a – норматив на амортизаційні відрахування, %.

$$C_a = 97842 \cdot 24 / 100 = 23482 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електроенергію розраховуються як сума потужності споживання електричної енергії об'єктом регулювання, грн: [8]:

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

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.

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

де n_i – значення кількості транспортних та пішохідних світлофорів;

$P_{св}$ – значення середньої потужності одного світлофора, кВт;

$P_{оки}$ – значення потужності контролеру, кВт.

$$P_e = 0,1 \cdot 19 + 0,17 = 2,07 \text{ кВт/год.}$$

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 4,4 \cdot 2,07 = 71808 \text{ грн.}$$

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

$$C_{експл} = 4892 + 23482 + 71808 = 100182 \text{ грн.}$$

До поточних витрат також входять витрати на щорічне поновлення дорожньої розмітки. Вартість цих робіт зведена в таблицю 3.2 у відповідності до таблиці 2.7.

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	3,5	238,23	834
1.3		4,5		1 072
1.5		2		476
1.6		1,5		357
1.8		0,5		119
1.12		28		6 670
1.14.2		66		15 723
1.17		32		7 623
1.18		15,5		3 693
Разом		153,5		36 568

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

$$C_{\text{поточ}} = 100182 + 36568 = 136750 \text{ грн.}$$

Згідно даних п. 1.6 за останні три роки на перехресті відбулося 41 дорожньо-транспортна пригода, 5 з яких із пораненням людей. Збитки від ДТП на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, грн. [8]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = K_z \cdot Ц_z + K_n \cdot Ц_n + K_m \cdot Ц_m, \quad (3.9)$$

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. Кругова склали:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = 5 \cdot 150000 + 36 \cdot 100000 = 4350000 \text{ грн.}$$

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 [8]

Заходи з підвищення безпеки руху	Коефіцієнт
встановлення додаткових дорожніх знаків	0,15
відновлення горизонтальної розмітки вулиці	0,58
відновлення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23

Коригуючий коефіцієнт зниження витрат від дорожньо-транспортних пригод, грн. [8]:

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

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

Враховуючи сумарний коригуючий коефіцієнт зменшення витрат від дорожньо-транспортних пригод, грн. [8]:

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

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,725 \cdot 4350000 = 3153750 \text{ грн.}$$

Економія за рік завдяки зниженню транспортних затримок та підвищення безпеки руху на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, грн [8]:

$$E = 0,2(C_{\text{нр}}^p - C_{\text{нр}}^{\text{нр}}) + C_{\text{дтп}} - C_{\text{юм}}, \quad (3.12)$$

де $C_{\text{тр}}^p, C_{\text{тр}}^{\text{нр}}$ – грошовий еквівалент затримок транспортних засобів до та після зміни параметрів регулювання світлофорами на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова відповідно, грн.

Витрати за рік внаслідок затримок транспортних засобів на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова, грн [8]:

$$C_{\text{тр}} = S \cdot Z, \quad (3.13)$$

де S – грошовий еквівалент однієї машино-години затримки певного типу транспортних засобів, грн.;

Z – фактична затримка певного типу транспортних засобів за рік, год.

Результати розрахунків приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Величини затримок транспорту на перехресті

Значення затримок, год		Вартість затримок, грн	
було	буде	було	буде
10062	8864	222740	164054

Економія за рік завдяки зниженню транспортних затримок:

$$E = 0,2(222740 - 164054) + 3153750 - 136750 = 3028737 \text{ грн.}$$

Річна економія на 3 млн. гривень більша за розмір капітальних вкладень. Тому можна стверджувати, що запропоновані заходи з підвищення безпеки руху та зменшення транспортних затримок на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова не тільки є дієвим заходом, але й економічно виправданим.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розглянуті питання поліпшення організації перевезень на автобусному маршруті № 23 шляхом підвищення рівня безпеки руху.

Був виконаний ретельний аналіз організації дорожнього руху на одному з небезпечних перехресть на маршруті – вул. Іванова – вул. Кругова. Для транспортних та пішохідних потоків була зібрана інформація щодо їх інтенсивностей та складу. В якості основних недоліків були визначені високий рівень аварійності на перехресті з участю маршрутного транспорту, доволі значні затримки транспорту на перехресті в пікові періоди доби.

З метою зменшення аварійності на перехресті вул. Іванова – вул. Кругова 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 на ньому запропоновано введення замість одної програми жорсткого регулювання використання трьох різних програм. Кожна така програма розрахована на конкретні обсяги руху на перехресті, що виникають в різні години доби. Виконані відповідні розрахунки режимів регулювання рухом в цих програмах.

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Паспорт автобусного маршруту № 23 регулярних перевезень «Вул. Богдана Завади – ТЦ «City Mall» – вул. Богдана Завади» - 26 с.
2. Запорізька міська рада. Офіційний сайт. URL: <https://zp.gov.ua/uk/page/shevchenkivskij> (дата звернення: 19.05.2023)
3. Паспорт Шевченківського району міста Запоріжжя. URL: https://zp.gov.ua/upload/editor/pasport_18-01-2023.pdf (дата звернення: 19.05.2023)
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. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.
6. 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: 24.05.2023)
7. 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: 24.05.2023)
8. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.