

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ просп. СОБОРНИЙ – вул. УКРАЇНСЬКА
м. ЗАПОРІЖЖЯ ШЛЯХОМ ВІДВЕДЕННЯ ПРАВОПОВОРОТНИХ
ПОТОКІВ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи T-312м

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

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



Анна ПЕТРЕНКО
(прізвище та ініціали)
Керівник 

Олександр ТАРАСЕНКО
(прізвище та ініціали)
Рецензент 

Олександр АРТЮХ
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

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

ПЕТРЕНКО Анни Ігорівни

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті просп. Соборний – вул. Українська м. Запоріжжя шляхом відведення правоповоротних потоків

керівник проєкту (роботи) ТАРАСЕНКО Олександр Віталійович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

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

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

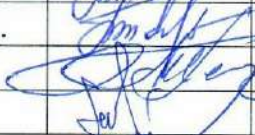
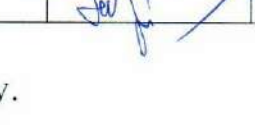
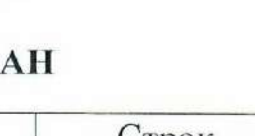
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі характеристики транспортних та пішохідних потоків, існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Зменшення завантаження об'єкту дослідження шляхом відведення частки транспортних потоків, 2.2 Зміни в організації руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською, 3 Економічна частина, 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)


(підпис)

Анна ПЕТРЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олександр ТАРАСЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 107 стор., 31 табл., 53 рис., 9 використаних джерел.

ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНІЙ РУХ, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ЗАТРИМКИ РУХУ, ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ, ОСНОВНІ ТАКТИ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД, СВІТЛОФОР, СКЛАД ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ЦИКЛ РЕГУЛЮВАННЯ

Об'єкт дослідження: перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською міста Запоріжжя.

Мета роботи: розробити заходи щодо зменшення затримок транспорту на перехресті.

Методи дослідження: аналітичний.

В магістерській роботі досліджено дорожні умови та основні характеристики транспортних і пішохідних потоків; проаналізовано аварійність на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською; розрахована складність цього перехрестя; проаналізовані відповідності пропускних спроможностей існуючим об'ємам руху на перехресті.

Обґрунтовано та розраховано відведення правоповоротних транспортних потоків за межі перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською. Запропоновані певні заходи на маршрутах відведення. Розраховано параметри необхідного розширення проїжджої частини. Розглянуто перенесення зупиночних пунктів автобусного пасажирського транспорту

Виконані економічні розрахунки.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	8
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Загальний опис об'єкту дослідження.....	9
1.1.1 Об'єкт дослідження у прив'язці до вулично-дорожньої мережі міста.....	9
1.1.2 Особливості дорожнього руху на об'єкті дослідження.....	11
1.2 Дослідження та аналіз основних характеристик транспортних потоків.....	12
1.2.1 Дослідження та аналіз інтенсивності руху автомобілів.....	12
1.2.2 Дослідження та аналіз складу автомобільних потоків.....	19
1.2.3 Дослідження та аналіз швидкостей руху автомобільних потоків.....	21
1.3 Визначення пропускних спроможностей об'єкту дослідження.....	27
1.4 Загальний аналіз об'ємів та організації пішохідного руху.....	29
1.5 Аналіз системи управління дорожнім рухом на об'єкті дослідження.....	30
1.6 Аналіз рівня небезпеки об'єкту дослідження.....	33
1.6.1 Аналіз потенційної складності об'єкту дослідження.....	33
1.6.2 Аналіз ДТП на об'єкті дослідження.....	38
1.7 Загальний аналіз недоліків організації руху автомобільного транспорту на об'єкті дослідження.....	40
2 Розрахункова частина.....	42
2.1 Зменшення завантаження об'єкту дослідження шляхом відведення частки транспортних потоків.....	42

2.1.1 Відведення частки транспортного потоку з боку вулиці Гоголя.....	42
2.1.1.1 Дослідження інтенсивності руху транспорту на маршруті відведення.....	43
2.1.1.2 Дослідження швидкісних режимів руху.....	46
2.1.1.3 Аналіз існуючої схеми організації дорожнього руху.....	47
2.1.1.4 Визначення пропускних спроможностей вулиць Першотравневої та Гоголя.....	49
2.1.1.5 Розширення проїжджої частини вулиць Гоголя та Першотравневої.....	51
2.1.1.6 Нові схеми організації дорожнього руху на перехрестях маршруту відведення.....	56
2.1.2 Відведення частки транспортного потоку з боку вулиці Запорізької.....	65
2.1.2.1 Дослідження основних характеристик потоків транспорту на маршруті відведення.....	66
2.1.2.2 Дослідження швидкісних режимів руху.....	70
2.1.2.3 Аналіз існуючої схеми організації дорожнього руху.....	73
2.1.2.4 Визначення пропускних спроможностей ділянок на трьох вулицях.....	77
2.1.2.5 Перевірка необхідності зміни параметрів регулювання на перехресті вулиць Гоголя та Приходської.....	78
2.1.2.6 Організація руху пасажирського автобусного транспорту в умовах відведення.....	79
2.2 Зміни в організації руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською.....	80
3 Економічна частина.....	84
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	94
Висновки.....	96
Перелік джерел посилання.....	97

Додаток А.....	98
Додаток Б.....	99
Додаток В.....	106

ВСТУП

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

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

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

Місто Запоріжжя не є винятком у цьому контексті.

Предметом магістерської роботи стало перехрестя проспекту Соборного із вулицею Українською, яке знаходиться в Олександрівському районі нашого міста. Це перехрестя є одним з найважливіших та найскладніших у місті. Зниження затримок автомобільного транспорту на цій ділянці є основними питаннями, що розглядаються в магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальний опис об'єкту дослідження

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

Об'єктом дослідження в магістерській роботі стала організація руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Української міста Запоріжжя.

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

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

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

За своїм адміністративним поділом місто Запоріжжя складається з семи районів. Об'єкт дослідження, тобто перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською знаходиться в Олександрівському адміністративному районі. На рисунку 1.1 наведені межі Олександрівського адміністративного району на мапі міста Запоріжжя.

Олександрівський район був заснований ще у 1935 році і є одним із найстаріших районів міста, так звана стара частина Запоріжжя. Він є найменшим адміністративним районом Запоріжжя з загальною площею 11,2 км², розташований між іншими районами й практично є центром міста Запоріжжя [1]. Центральною вулицею району є проспект Соборний. На рисунках 1.2, 1.3 показане розташування об'єкту дослідження.

The map shows a section of Zaporizhzhia, Ukraine. A blue circle highlights the intersection of Prospekt Soborna and Vulytsia Ukraintsiv. The map includes various landmarks, streets, and points of interest. Key locations marked include:

- Streets:** Prospekt Soborna, Vulytsia Ukraintsiv, Vulytsia Pushkova, Vulytsia Polshova, Vulytsia Zhovtneva, Vulytsia Slobodskaya, Vulytsia Krasnaya, Vulytsia Zolotaya, Vulytsia Serebryaya, Vulytsia Zheleznyaya, Vulytsia Drevnyaya, Vulytsia Novaya, Vulytsia Staraya, Vulytsia Malaya, Vulytsia Bolshaya, Vulytsia Tsentralnaya, Vulytsia Priblizhennaya, Vulytsia Dalnaya, Vulytsia Blizhnaya, Vulytsia Srednaya, Vulytsia Yuzhnaya, Vulytsia Severnaya, Vulytsia Vostochnaya, Vulytsia Zapadnaya, Vulytsia Yugo-Zapadnaya, Vulytsia Yugo-Vostochnaya, Vulytsia Severo-Vostochnaya, Vulytsia Severo-Zapadnaya.
- Landmarks and Points of Interest:**
 - Militaryst Zaporizhzhya
 - Maidan Vernadskogo
 - Жовтнева районна організація
 - Діаспора
 - ЗАПОРІЗЬКА ФІЛІЯ ПРАТ СТРАХОВА
 - Beauty House
 - Everest Служба охорони
 - Дитячий садок №9 Сірка
 - Доміно
 - Студія краси "Vladna"
 - експерх
 - Wave 3
 - Velad's на Пушкіна
 - IWA.expert
 - Бєчиря школа №12
 - elena
 - Оzama Sushi
 - Нова пошта №5
 - СПАБЕЛЬ салон краси в Запоріжжє
 - Стормарк (Stoffmark) - хімістопуарна...
 - Сторматістер
 - АТБ-Маркет №372
 - Центр підтримки Здоров'я
 - Сэр Панцелот
 - Дитячий садок №65 "Зміна"
 - Авкатор Олександрівна
 - Дитячий садок №65 "Зміна"
 - Майн стретч
 - Запоріжжє

Рисунок 1.2 – Розташування перехрестя проспекту Соборного
та вулиці Української

1.1.2 Особливості дорожнього руху на об'єкті дослідження

Перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською вважається одним з найнапруженіших у місті Запоріжжі. Обидві вулиці, що його створюють, мають статус магістральних вулиць міського значення. Проспект Соборний, фактично, є центральною артерією міста, яка з'єднує різні райони. Вулиця Українська виступає важливим зв'язком між Шевченківським районом та центром міста, а також використовується для транзиту транспорту з Донецького напрямку в бік іншого берегу ріки Дніпро.

На перехресті наявні певні обмеження видів руху. Так рух по проспекту заборонений для вантажного транспорту та мотоциклів. По вулиці Українській обмежень немає. Перехрестям користується приватний та службовий автомобільний транспорт. Рух вантажного транспорту, як вже говорилося, здійснюється тільки по вулиці Українській. Також перехрестям активно рухається міський пасажирський транспорт, включаючи великі автобуси та тролейбуси.

Дорожнє покриття на ділянці має задовільний стан. Тротуари в межах перехрестя також знаходяться в прийнятному стані.

Особливістю цієї ділянки дорожньої мережі є те, що майже весь транспорт з Шевченківського району використовує її для доступу до центру міста та інших районів. Це обумовлено відсутністю інших зручних маршрутів, які б з'єднували Шевченківські райони 1, 2 та 3 з іншими частинами міста. Через це рух на перехресті проспекту Соборного та вулиці Української є інтенсивним та значним практично протягом усієї доби.

До особливостей перехрестя також слід додати значний ухил (понад 10°) вулиці Української, що добре видно на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української

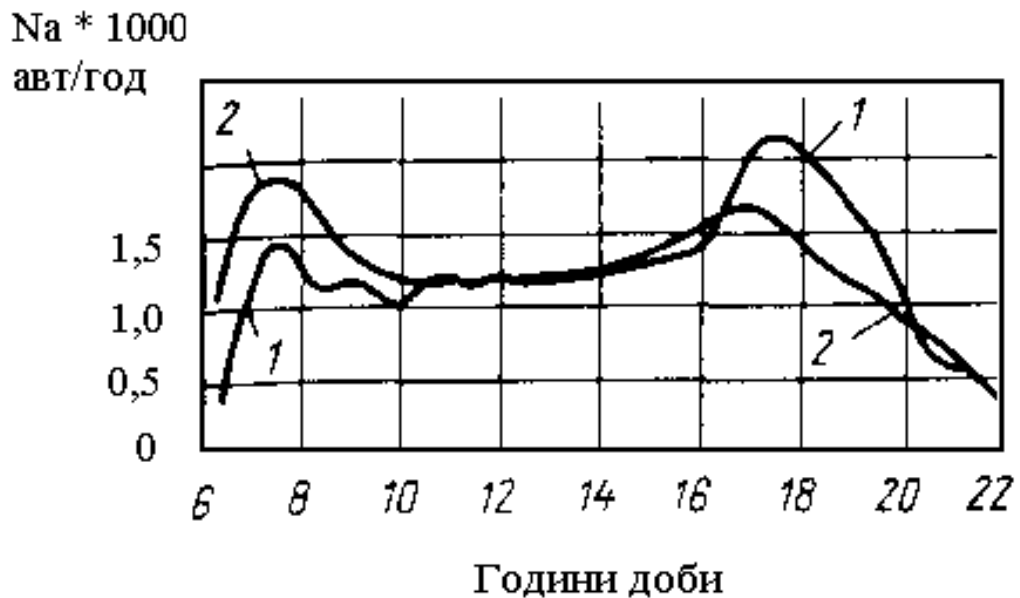
1.2 Дослідження та аналіз основних характеристик транспортних потоків

1.2.1 Дослідження та аналіз інтенсивності руху автомобілів

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

Інтенсивність транспортного потоку визначається як кількість транспортних засобів, що проїжджають переріз дороги протягом визначеного проміжку часу. Розрахунковий період часу для визначення інтенсивності руху може бути рік, місяць, доба, година, а також коротші проміжки часу, такі як хвилини чи секунди, в залежності від мети спостережень та наявних засобів вимірювання [2].

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



1 - рух транспорту від центру населеного пункту;

2 - рух транспорту до центру населеного пункту

Рисунок 1.4 – Зміни інтенсивностей руху транспорту на протязі доби [2]

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

Для дослідження інтенсивності руху транспорту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Української в якості таких пікових періодів були обрані проміжки часу 8:00 – 9:00 та 17:00 – 18:00. Також для отримання більш

детальної картини було обрано для спостереження годину доби між означеними проміжками, а саме 13:00 – 14:00. Саме в ці часові періоди було досліджено інтенсивності транспортних потоків на перехресті.

Дослідження виконувалися за 11 напрямками руху, які наведені на рисунку 1.5.

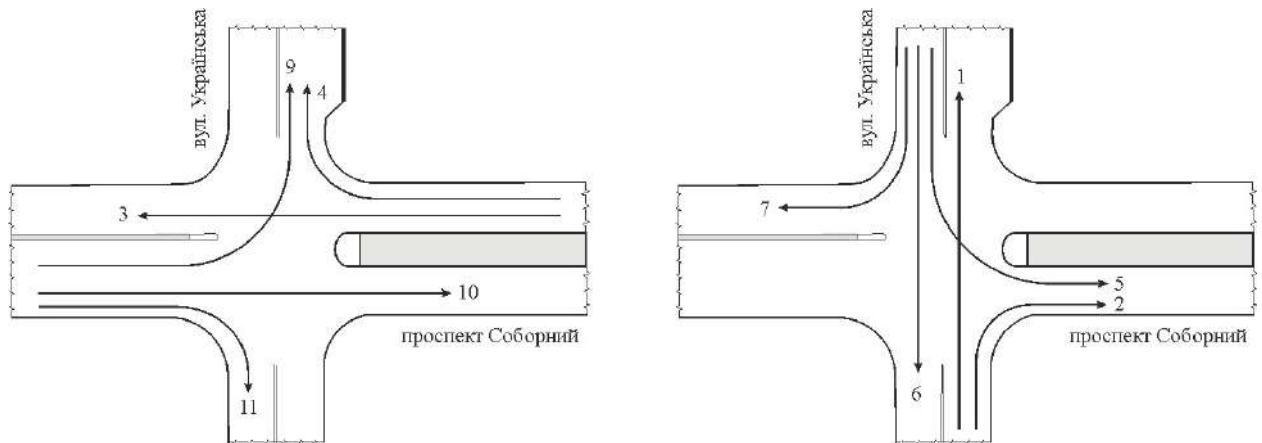


Рисунок 1.5 – Напрямки фіксації руху транспортних потоків

Зібрані дані фактичних інтенсивностей руху транспортних потоків на перехресті проспекту Соборного та вулиці Української у відповідні проміжки часу представлені у таблицях 1.1-1.3.

Таблиця 1.1 – Інтенсивності транспортних потоків 8:00 – 9:00

Напря́м	Мотоцикли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Автобуси	Тролейбуси	Автопоїзди	Разом
			< 2 т	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6	404	36	14	10	4	4	0	12	490
2	0	44	0	4	0	0	0	0	4	52
3	0	768	174	2	0	0	42	20	0	1006
4	0	114	50	0	0	0	4	0	0	168
5	0	80	30	0	0	0	4	0	0	114

Кінець таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	0	480	28	10	14	0	2	0	10	544
7	0	920	60	6	4	0	40	0	0	1030
8	0	100	2	0	0	0	0	0	0	102
9	0	504	70	2	2	0	26	0	0	604
10	4	744	228	0	0	0	30	24	0	1030
11	0	54	2	0	0	0	0	0	0	56
Разом	10	4212	680	38	30	4	152	44	26	5196

Таблиця 1.2 – Інтенсивності транспортних потоків 13:00 – 14:00

Напря́м	Мотоцикли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Автобуси	Тролейбуси	Автопоїзди	Разом
			< 2 т	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	2	384	56	26	10	2	8	0	8	496
2	0	68	0	2	0	0	0	0	2	72
3	0	930	210	4	0	0	24	18	0	1186
4	0	132	30	0	0	0	2	0	0	164
5	0	58	26	0	0	0	2	0	0	86
6	2	414	26	6	20	0	6	0	14	488
7	0	494	50	8	2	0	26	0	0	580
8	0	92	4	2	0	0	0	0	0	98
9	0	436	60	8	2	0	28	0	0	534
10	2	928	172	0	0	0	16	16	0	1134
11	0	102	4	0	0	0	8	0	0	114
Разом	6	4038	638	56	34	2	120	34	24	4952

Таблиця 1.3 – Інтенсивності транспортних потоків 17:00 – 18:00

Напря́м	Мотоцикли	Легкові	Вантажні з вантажо- під'ємністю				Автобуси	Тролейбуси	Автопоїзди	Разом
			< 2 т	2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	4	556	56	20	12	2	8	0	18	676
2	4	30	4	2	0	0	2	0	0	42
3	6	822	182	4	0	0	34	20	0	1068
4	2	122	38	0	0	0	0	0	0	162
5	0	58	32	0	0	0	2	0	0	92
6	4	696	24	8	16	0	0	0	6	754
7	0	708	50	0	2	0	34	0	0	794
8	0	92	2	0	0	0	0	0	0	94
9	0	558	58	0	0	0	42	0	0	658
10	2	794	242	2	0	0	50	20	0	1110
11	0	102	4	0	0	0	8	0	0	114
Разом	22	4538	692	36	30	2	180	40	24	5564

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

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

де N_i – фактична інтенсивність автомобілів певного типу, авт/год;
 K_i – коефіцієнт приведення відповідний певного типу автомобілів.

Коефіцієнти приведення автомобілів певного типу наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Коефіцієнти приведення інтенсивності певних типів автомобілів [3]

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

В таблиці 1.5 показані результати розрахунків приведеної інтенсивності руху автомобілів певних типів.

Таблиця 1.5 – Приведені інтенсивності транспортних потоків, од/год

Напрям	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	586	608	814	2008
2	68	80	48	196
3	1229	1388	1278	3895
4	201	183	180	564
5	137	103	112	352
6	623	590	814	2027
7	1152	668	890	2710
8	103	102	95	300
9	696	631	771	2098
10	1262	1291	1382	3935
11	57	132	132	321
Разом	6114	5776	6516	18406

Результати розрахунків з таблиці 1.5 представлені також у графічному вигляді на рисунку 1.6.

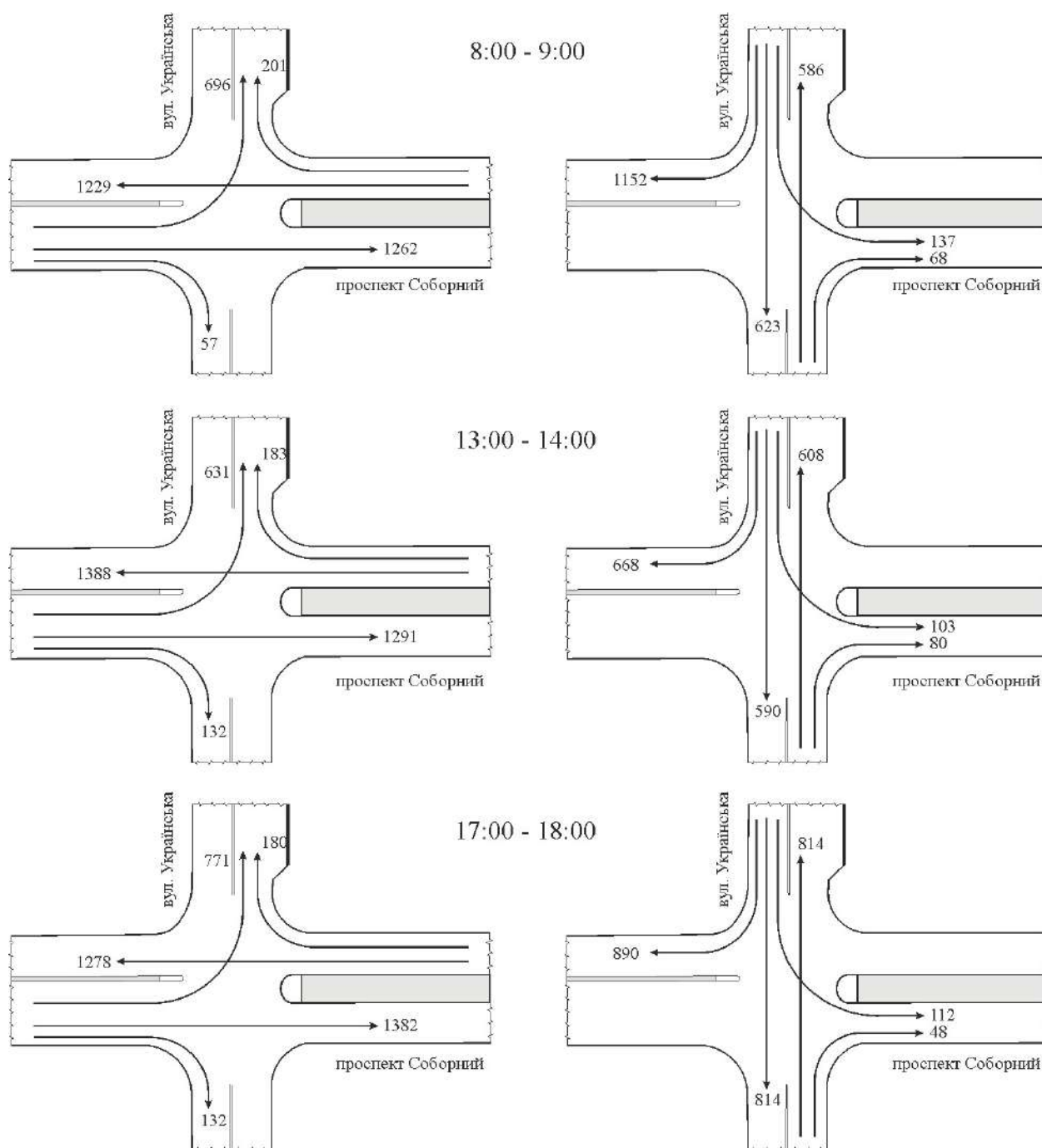


Рисунок 1.6 – Приведені інтенсивності руху транспорту

Отримані дані з інтенсивності руху підтверджують, що дане перехрестя є одним з найбільш напружених у місті. У вечірній піковий проміжок часу інтенсивність руху наближається до 6500 од/год. Потрібно також зазначити, що навантаження на перехрестя спостерігається не лише під час пікових періодів, але й протягом доби в її світлому періоді.

1.2.2 Дослідження та аналіз складу автомобільних потоків

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

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

Склад автомобільних транспортних потоків оцінювався за даними таблиць 1.1-1.3. На рисунках 1.7-1.9 наведений розрахований склад транспортних потоків на перехресті у відповідні проміжки часу.

Аналіз рисунків 1.7-1.9 показує, що в транспортному потоці переважають легкові автомобілі на протязі всієї доби. Також слід зазначити наявність значної частки вантажних автомобілів з вантажопід'ємністю до 2 т. Причиною цього стало доповнення цієї групи автомобілів мікроавтобусами, які за своїми технічними параметрами дуже близькі.

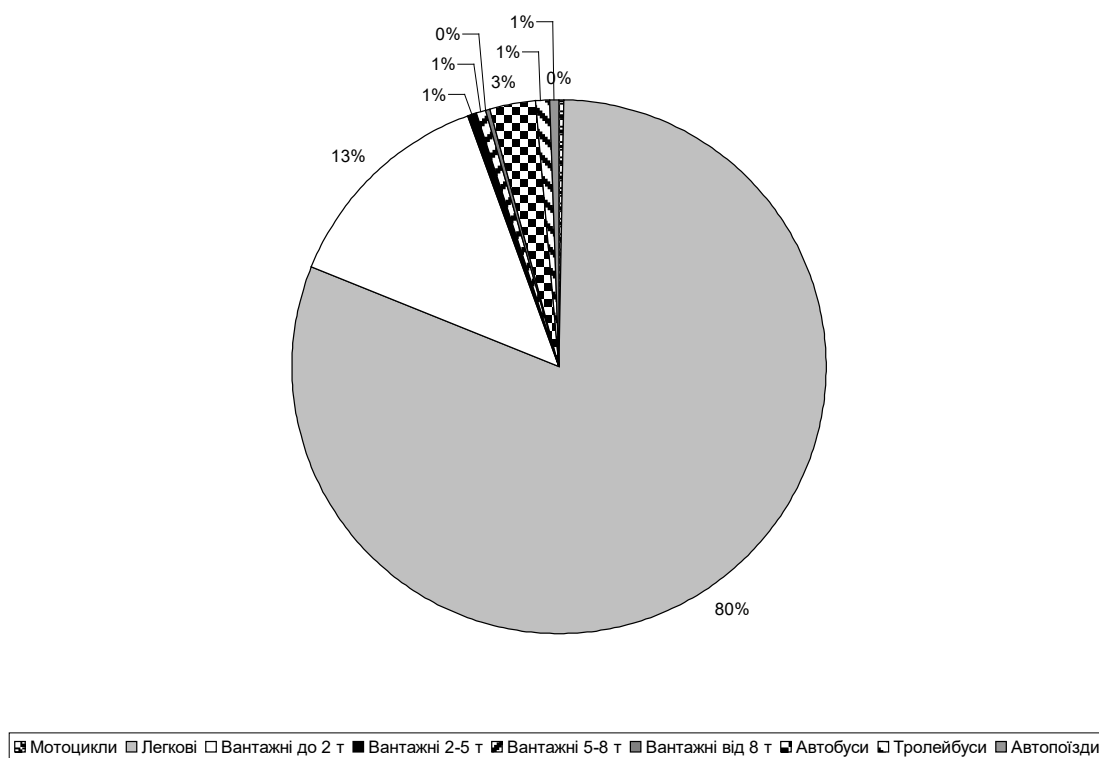


Рисунок 1.7 – Склад транспортного потоку 8:00 – 9:00

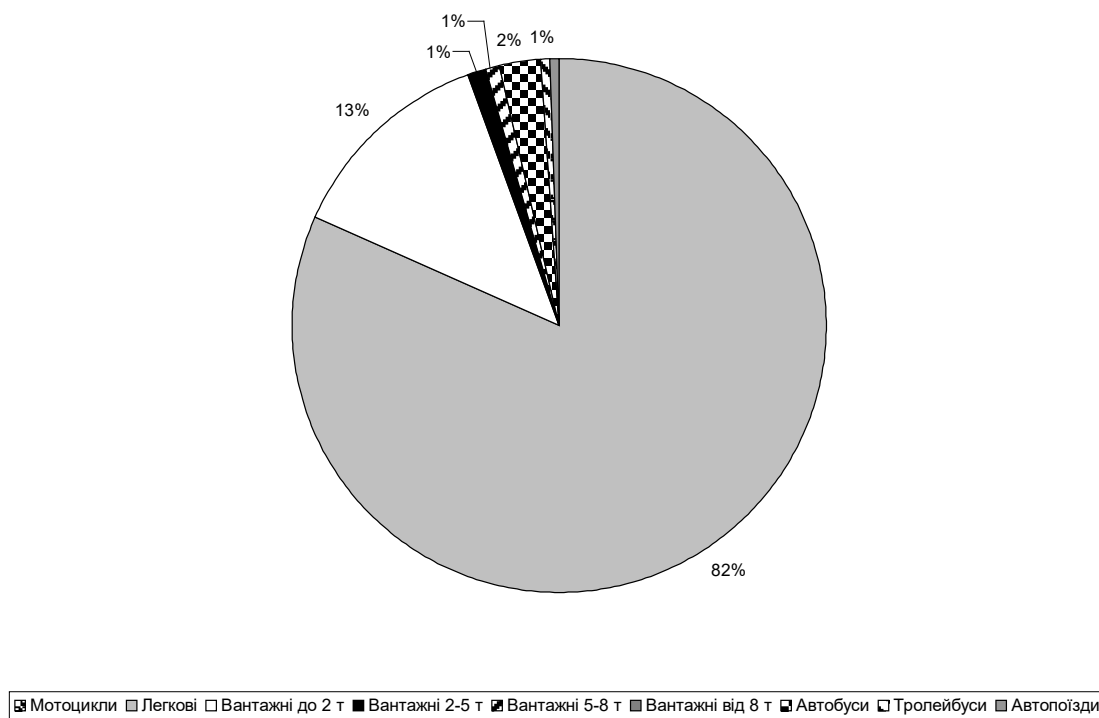


Рисунок 1.8 – Склад транспортного потоку 13:00 – 14:00

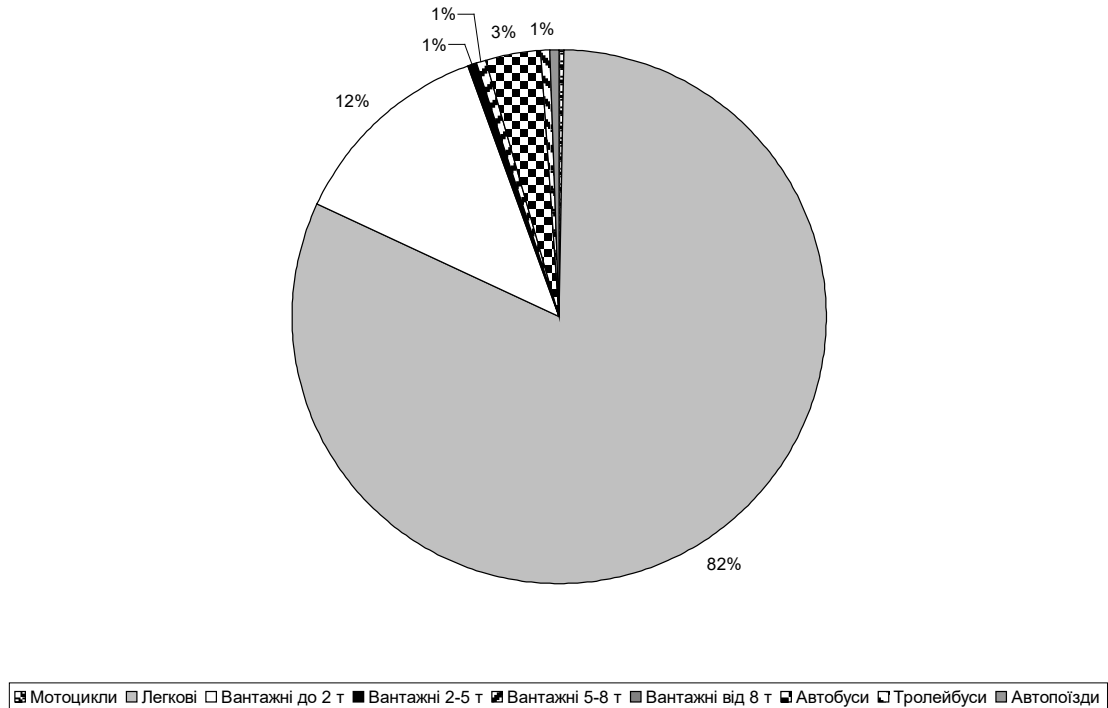


Рисунок 1.9 – Склад транспортного потоку 17:00 – 18:00

1.2.3 Дослідження та аналіз швидкостей руху автомобільних потоків

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

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

Визначати швидкість окремих автомобілів можливо різними способами, в тому числі із застосуванням спеціальних приладів. Для вимірювання швидкості руху автомобілів на підходах до перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української використовувався універсальний імпульсний вимірювач швидкості «Іскра -1».

Вимірювання швидкісних режимів руху виконувалося з усіх чотирьох сторін перехрестя на підходах до нього. В кожному випадку було зафіксовано 150 спостережень. Розподіл швидкостей руху на підході до перехрестя з боку вулиці Гоголя показаний на рисунку 1.10. Обробка результатів вимірювань швидкості по вулиці Українська на підході по проспекту Соборного з боку вулиці Гоголя наведена у таблиці 1.6.

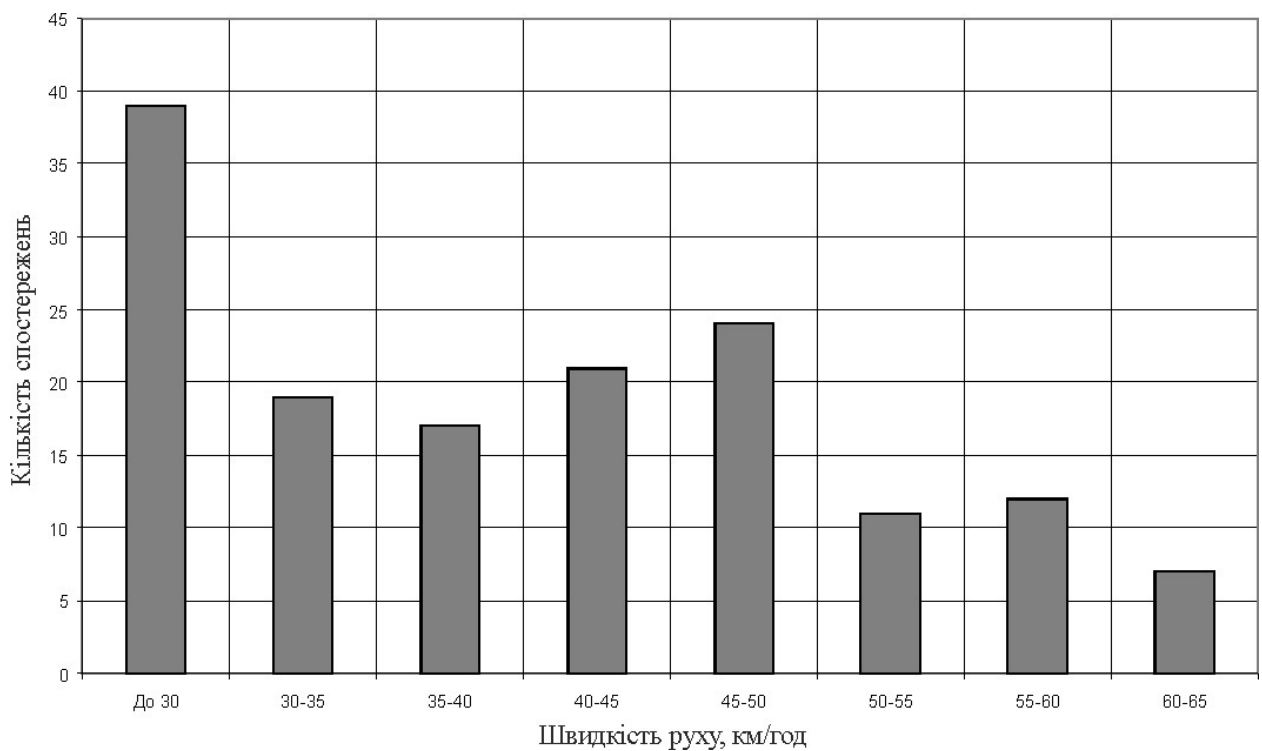


Рисунок 1.10 - Розподіл швидкостей руху на підході до перехрестя з боку вулиці Гоголя

Таблиця 1.6 – Обробка результатів вимірювань швидкостей руху на підході до перехрестя з боку вулиці Гоголя

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість вимірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
< 30	15	39	0,26	0,26
30-35	32,5	19	0,126667	0,386667
35-40	37,5	17	0,113333	0,5
40-45	42,5	21	0,14	0,64
45-50	47,5	24	0,16	0,8
50-55	52,5	11	0,073333	0,873333
55-60	57,5	12	0,08	0,953333
60-65	62,5	7	0,046667	1

Середню швидкість руху на підході можливо розрахувати за формулою:

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

Середня швидкість руху на підході до перехрестя з боку вулиці Гоголя:

$$\bar{V} = \frac{5577,5}{150} = 37,18 \text{ км/год.}$$

Аналогічним чином оброблюються всі результати вимірювань швидкостей руху на інших підходах.

Розподіл швидкостей руху на підході до перехрестя з боку площі Вернадського показаний на рисунку 1.11. Обробка результатів вимірювань швидкості на проспекті Соборному на підході до перехрестя з боку площі Вернадського наведена в таблиці 1.7.

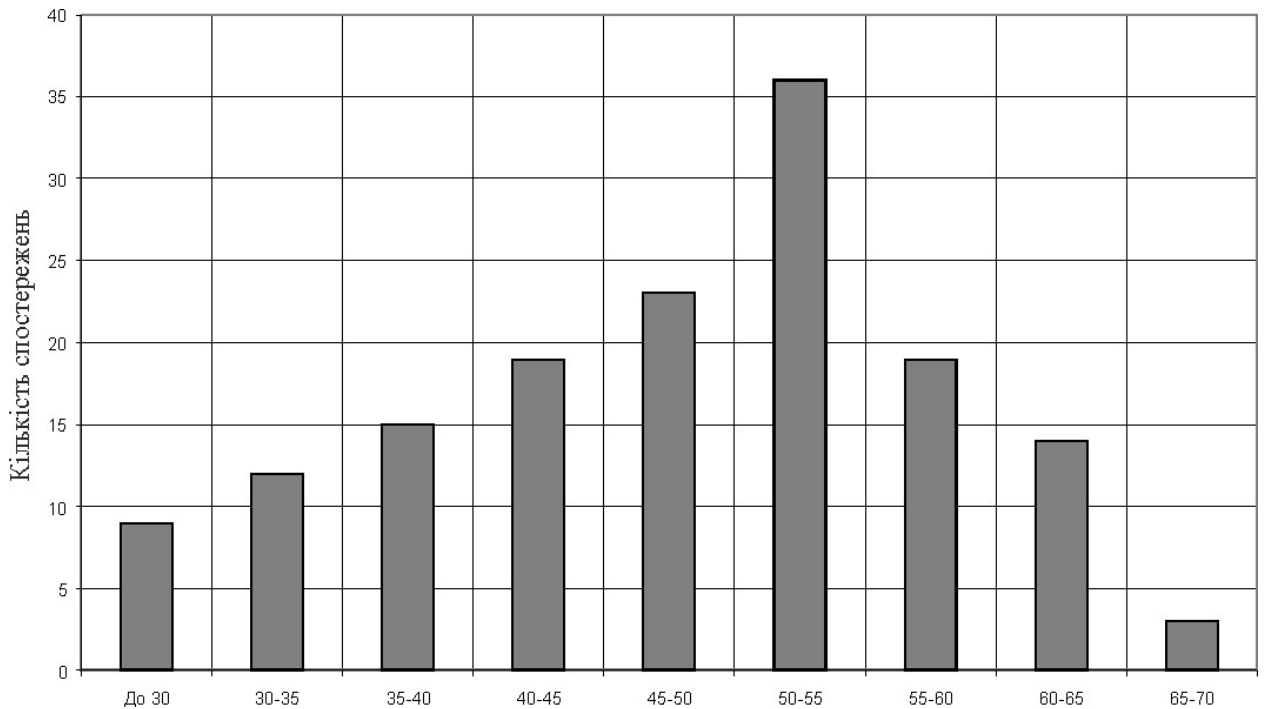


Рисунок 1.11 - Розподіл швидкостей руху на підході до перехрестя з боку площі Вернадського

Таблиця 1.7 – Обробка результатів вимірювань швидкостей руху на підході до перехрестя з боку площі Вернадського

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість вимірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
1	2	3	4	5
< 30	15	9	0,06	0,06
30-35	32,5	12	0,08	0,14
35-40	37,5	15	0,1	0,24

Кінець таблиці 1.7

1	2	3	4	5
40-45	42,5	19	0,126667	0,366667
45-50	47,5	23	0,153333	0,52
50-55	52,5	36	0,24	0,76
55-60	57,5	19	0,126667	0,886667
60-65	62,5	14	0,093333	0,98

Середня швидкість руху на підході до перехрестя з боку площі Вернадського:

$$\bar{V} = \frac{7047,5}{150} = 46,98 \text{ км/год.}$$

Розподіл швидкостей руху на підході до перехрестя з боку вулиці Поштової показаний на рисунку 1.12. Обробка результатів вимірювань швидкості на підході до перехрестя з боку вулиці Поштової наведена в таблиці 1.8.

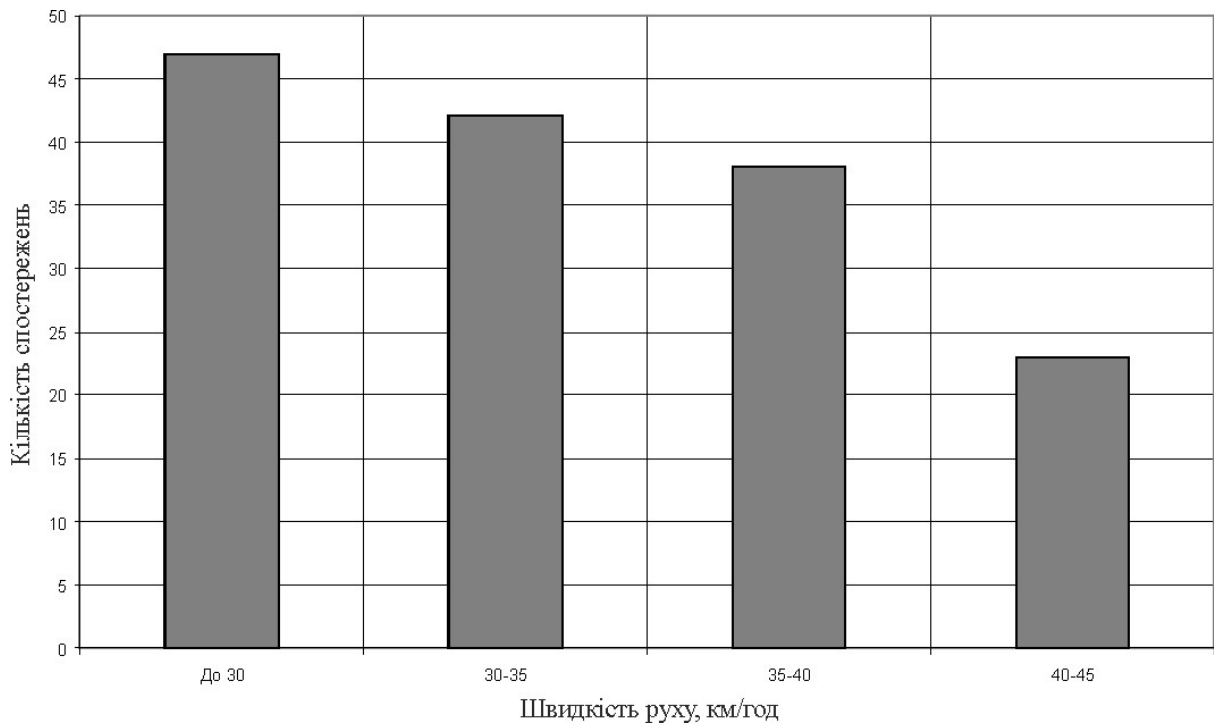


Рисунок 1.12 - Розподіл швидкостей руху на підході до перехрестя з боку вулиці Поштової

Таблиця 1.8 – Обробка результатів вимірювань швидкостей руху на підході до перехрестя з боку вулиці Поштової

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість вимірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
< 30	15	47	0,313333	0,313333
30-35	32,5	42	0,28	0,593333
35-40	37,5	38	0,253333	0,846667
40-45	42,5	23	0,153333	1

Середня швидкість руху на підході до перехрестя з боку вулиці Поштової:

$$\bar{V} = \frac{4472,5}{150} = 29,82 \text{ км/год.}$$

Визначення швидкісного режиму руху транспортного потоку проспектом Соборним з боку вулиці Запорізької не відбулося через перервний рух потоку. Справа в тому, що на протязі практично будь-якої години доби перед перехрестям проспекту Соборного та вулиці Української скупчується черга з транспортних засобів, які очікують можливості проїзду перехрестя. Через це середні швидкості руху на підході до перехрестя з цього боку нижчі за 30 км/год і не можуть бути зафіксовані вимірювачем швидкості Іскра-1.

Проаналізувавши отримані значення можна стверджувати, що швидкісний режим руху на підходах до перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською доволі низький. Особливо це стосується підходу до перехрестя з боку вулиці Запорізької та вулиці Поштової. І, якщо останнє можна пояснити малою відстанню між перехрестями вулиці Української з вулицею Поштовою та проспектом Соборним та рухом на підйом, то низький швидкісний режим

на підході з боку вулиці Запорізької можна пояснити тільки недостатньою пропускнуою спроможністю перехрестя.

1.3 Визначення пропускних спроможностей об'єкту дослідження

Нормальну роботу перехрестя можливо оцінити порівнюючи досліджені інтенсивності руху в пікові проміжки та пропускну спроможність перехрестя в кожному з напрямків.

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

Пропускную спроможність на регульованому перехресті визначають для кожної смуги руху в перерізі «Стоп» лінії [2]:

$$N_n = \frac{3600(t_3 - t_a)}{t_n T_{\text{ц}}} \quad (1.3)$$

де t_3 – довжина «зеленої» фази світлофора, с;
 $T_{\text{ц}}$ – довжина всього світлофорного циклу, с;
 t_a – проміжок часу від ввімкнення зеленого сигналу світлофора до перетину першим автомобілем «Стоп» лінії, с;
 t_n – середній інтервал проходження автомобілів через «Стоп» лінію, с.

Згідно 11 основним напрямкам руху транспортних потоків на перехресті, які представлені на рисунку 1.5, виконується розрахунок пропускних спроможностей на підходах до перехрестя.

Напрямки 1 і 2 (смуги 1-3): $N_n = \frac{3600(13-1)}{3 \cdot 81} = 178 \text{ авт/год.}$

Напрямки 3 і 4 (смуги 1-3): $N_n = \frac{3600(19-1)}{3 \cdot 81} = 267 \text{ авт/год.}$

Напрямки 5 і 6 (смуги 2 і 3): $N_n = \frac{3600(13-1)}{3 \cdot 81} = 178 \text{ авт/год.}$

Напрямок 7 (смуга I): $N_n = \frac{3600(43-1)}{3 \cdot 81} = 622 \text{ авт/год.}$

Напрямки 8 і 9 (смуги 4 і 5): $N_n = \frac{3600(19-1)}{3 \cdot 81} = 267 \text{ авт/год.}$

Напрямки 10 і 11 (смуги 1-3): $N_n = \frac{3600(47-1)}{3 \cdot 81} = 682 \text{ авт/год.}$

З метою порівняння розрахованих значень пропускних спроможностей з дослідженими інтенсивностями руху складаємо таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 – Пропускні спроможності та інтенсивності руху

Напрямок	Смуга	Пропускна спромож- ність, авт/год	Приведена інтенсивність руху, од/год	Висновок
1	2	3	4	5
1-2	1	178	188	недостатньо
	2	178	250	недостатньо
	3	178	250	недостатньо
3-4	1	267	271	недостатньо
	2	267	650	недостатньо
	3	267	650	недостатньо
5-6	2	178	550	недостатньо
	3	178	143	достатньо
7	1	622	668	достатньо

Кінець таблиці 1.9

1	2	3	4	5
8-9	4	267	331	достатньо
	5	267	402	недостатньо
10-11	1	682	323	достатньо
	2	682	550	достатньо
	3	682	550	достатньо

Аналізуючи таблицю 1.9, можна стверджувати, що з трьох підходів до перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською існуючої пропускної спроможності недостатньо, і тільки на підході з боку площі Вернадського – достатньо.

1.4 Загальний аналіз об'ємів та організації пішохідного руху

В районі перехрестя проспекту Соборного та вулиці української рух пішохідів здійснюється по тротуарах та пішохідних переходах. Обсяг цього руху дуже значний.

Щодо характеру руху, переважно спостерігаються переміщення, зокрема, до та від зупинок маршрутного пасажирського транспорту. Крім цього, відзначається рух до об'єктів тяжіння, зокрема до магазинів, що розташовані близько до перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською.

Під час спостережень та вивчення характеру пішохідних потоків особливих недоліків виявлено не було. Однак слід відмітити значний об'єм пішохідного руху. Особливо це стосується руху пішохідним переходом через вулицю Українську з боку вулиці Гоголя. Інтенсивність руху пішохідів на цьому переході сягає понад 1500 чол/год у вечірній піковий часовий проміжок. Також значним є рух через проспект Соборний на підході з боку площі Вернадського, де на пішохідному переході спостерігалось понад 1150 чоловік.

Ці великі інтенсивності пішохідного руху впливають на тривалість виконання поворотів праворуч транспортних засобів, що мають рухатися разом із пішоходами, які користуються зазначеними вище пішохідними переходами.

1.5 Аналіз системи управління дорожнім рухом на об'єкті дослідження

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української є регульованим, тобто управління дорожнім рухом на ньому є примусовим за допомогою світлофорів.

Світлофори, які використовуються на перехресті, є технічними засобами організації дорожнього руху. Засоби І групи мають безпосередній вплив на транспортні та пішохідні потоки, виконуючи формування їх необхідних параметрів. Будь-які світлофори гарантують розподіл конфліктних транспортних та пішохідних потоків у часі.

Загальний порядок вмикання сигналів світлофорів на перехресті, види цих сигналів та їх безпосередні значення повністю відповідають вимогам [4].

В складі світлофорного об'єкту перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української використовуються трьохсекційні та трьохсекційні з додатковими секціями транспортні та пішохідні світлофори.

Перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською має трьохфазну схему регулювання відповідно до напрямків руху, зазначених на рисунку 1.5. На рисунках 1.13 – 1.15 наведені фази світлофорного регулювання на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською.

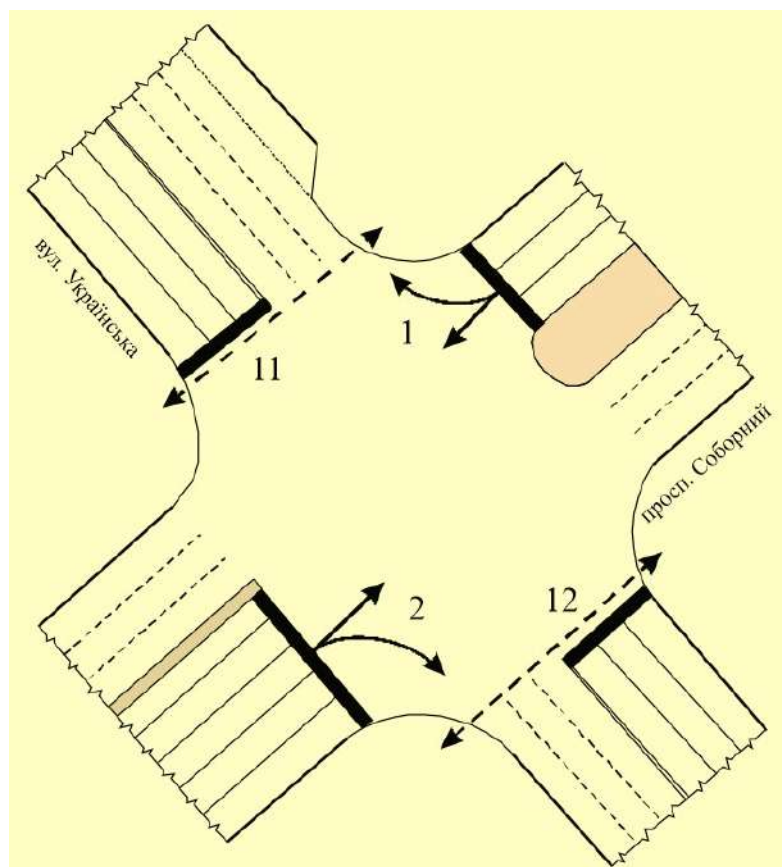


Рисунок 1.13 – Фаза I регулювання руху на перехресті

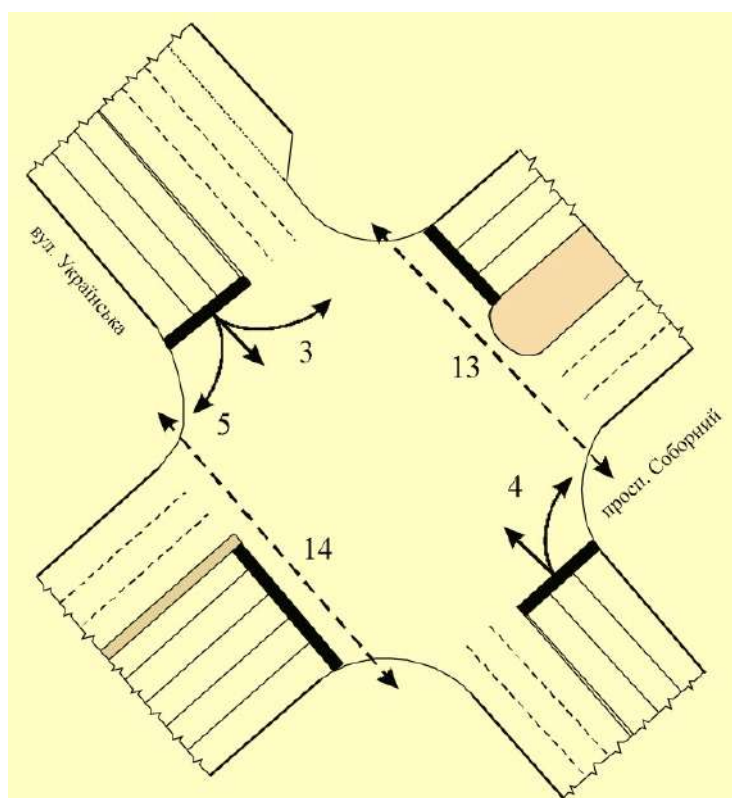


Рисунок 1.14 – Фаза II регулювання руху на перехресті

організації руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Української показана на рисунку 1.17.

1.6 Аналіз рівня небезпеки об'єкту дослідження

1.6.1 Аналіз потенційної складності об'єкту дослідження

Існує доволі багато систем оцінки складності елементів вулично-дорожньої мережі в плані їх потенційної небезпеки. Однією з таких систем, можливо найрозповсюдженішою, є так звана п'ятибальна система оцінки. Ця нескладна система в своїй основі базується на понятті конфліктної точки.

Термін «конфліктна точка» означає фактичне місце на вулично-дорожній мережі, в якому взаємодіють транспортні або пішохідні потоки, які є між собою конфліктними. Конфліктні точки виникають на перегонах доріг, наприклад, при виконанні зміни смуги руху. Але більша їх кількість концентрується на перехрестях. Конфліктні точки є різними в залежності від характеру руху потоків в них [2].

На рисунку 1.18 показані основні види типових конфліктних точок.

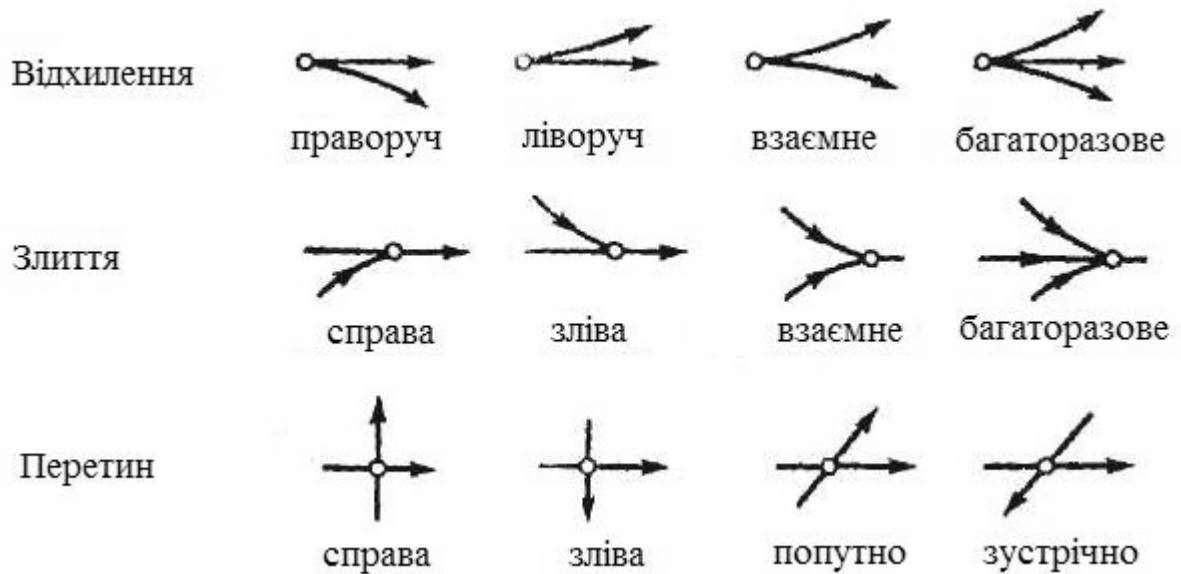


Рисунок 1.18 – Види типових конфліктних точок [2]

Чим більше конфліктних точок на ділянці вулично-дорожньої мережі, тим більш потенційно небезпечною є така ділянка. Взагалі фактична кількість різних конфліктних точок визначається напрямками руху, які є дозволеними на ділянці, а також кількістю наявних смуг руху для автомобілів [2].

Різні конфліктні точки мають різний рівень потенційної небезпеки. Запропонована п'ятибальна система оцінює різні конфліктні точки певною кількістю умовних балів потенційної небезпеки. Так конфліктна точка відхилення має 1 бал, конфліктна точка злиття оцінюється в 3 бали, небезпека перетину становить 5 балів [2].

Знаючи кількість кожного виду конфліктних точок на ділянці вулично-дорожньої мережі, можливо отримати так званий показник складності ділянки [2]:

$$m = n_{\text{в}} + 3n_{\text{з}} + 5n_{\text{п}}, \quad (1.4)$$

де n_6, n_3, n_n – фактична кількість конфліктних точок певного виду (відповідно відхилення, злиття, перетин).

За п'ятибальною системою ділянка вулично-дорожньої мережі є простою, коли $m < 40$. Ділянка має середню складність при $m = 40 - 80$. Ділянка вважається складною, якщо $m = 80 - 150$. І ділянка є дуже складною вразі $m > 150$ [2].

Потрібно відмітити, що будь-яка конфліктна точка не тільки має потенційну небезпеку зіткнення автомобілів, а й має значну імовірність того, що в ній будуть виникати затримки руху транспорту [2].

Щоб використати п'ятибальну систему оцінки потенційної складності ділянки вулично-дорожньої мережі, потрібно визначити на ній всі наявні конфліктні точки. Конфліктні точки перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською показані на рисунку 1.19.

Згідно рисунку 1.19, при існуючій схемі організації руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською мають місце 4 точки відхилення, 7 точок злиття та 48 точок перетину.

Потенційна складність перехрестя за п'ятибальною системою оцінки становитиме:

$$m = 4 + 7 \cdot 3 + 48 \cdot 5 = 265 > 150.$$

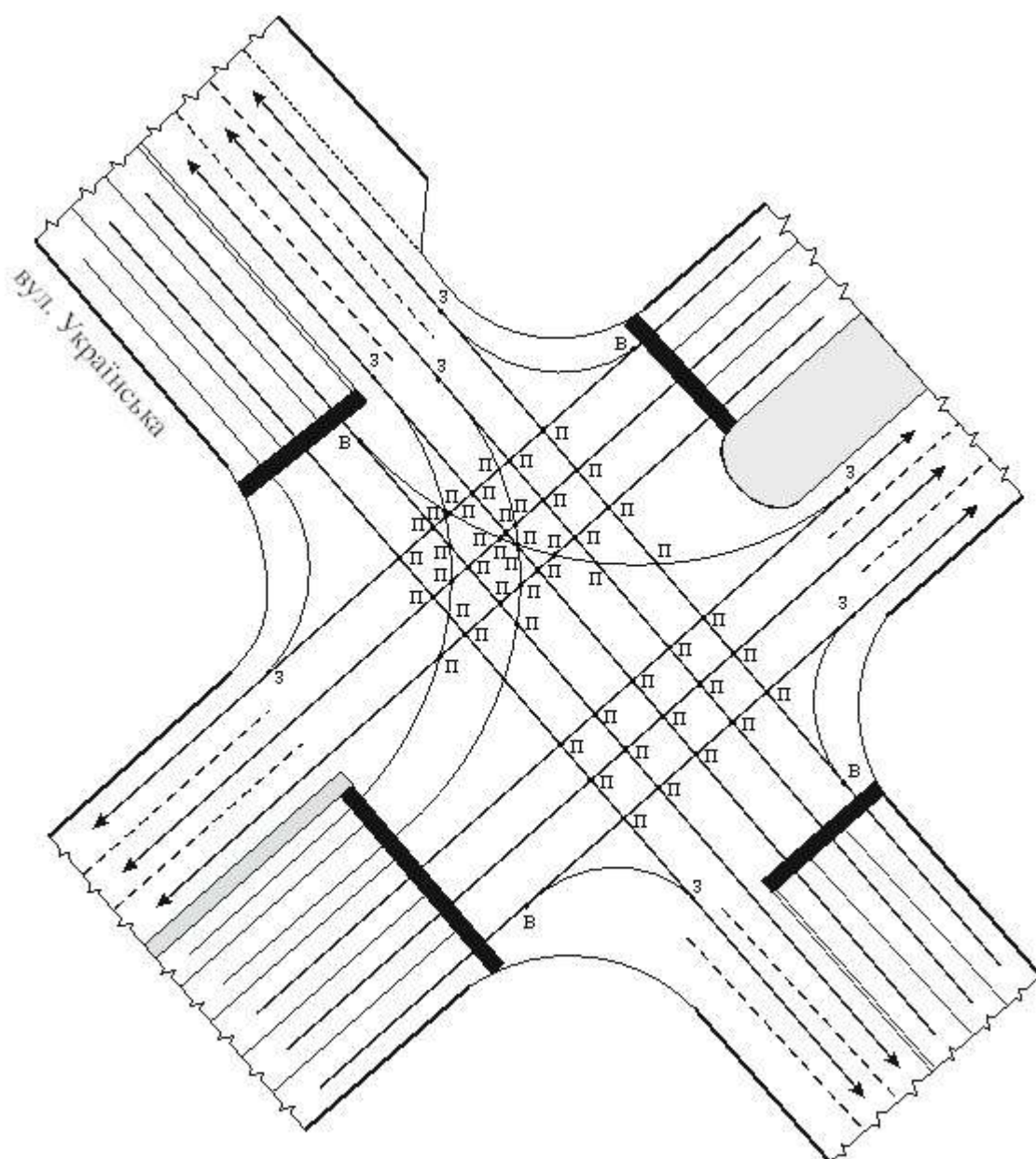


Рисунок 1.19 – Наявність конфліктних точок на перехресті

Запропонована система оцінки потенційної складності ділянки вулично-дорожньої мережі дозволяє стверджувати, що перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською є дуже складним.

1.6.2 Аналіз ДТП на об'єкті дослідження

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

У таблиці 1.10 та на рисунку 1.20 представлені дані щодо скоєних ДТП на об'єкті дослідження за 2014-2018 роки із позначенням трьох параметрів (загальна кількість ДТП - кількість загиблих осіб - кількість поранених осіб).

Таблиця 1.10 – Кількість ДТП на ділянці за певний рік

2014	2015	2016	2017	2018
23-0-3	17-1-4	27-0-7	18-0-3	16-0-4

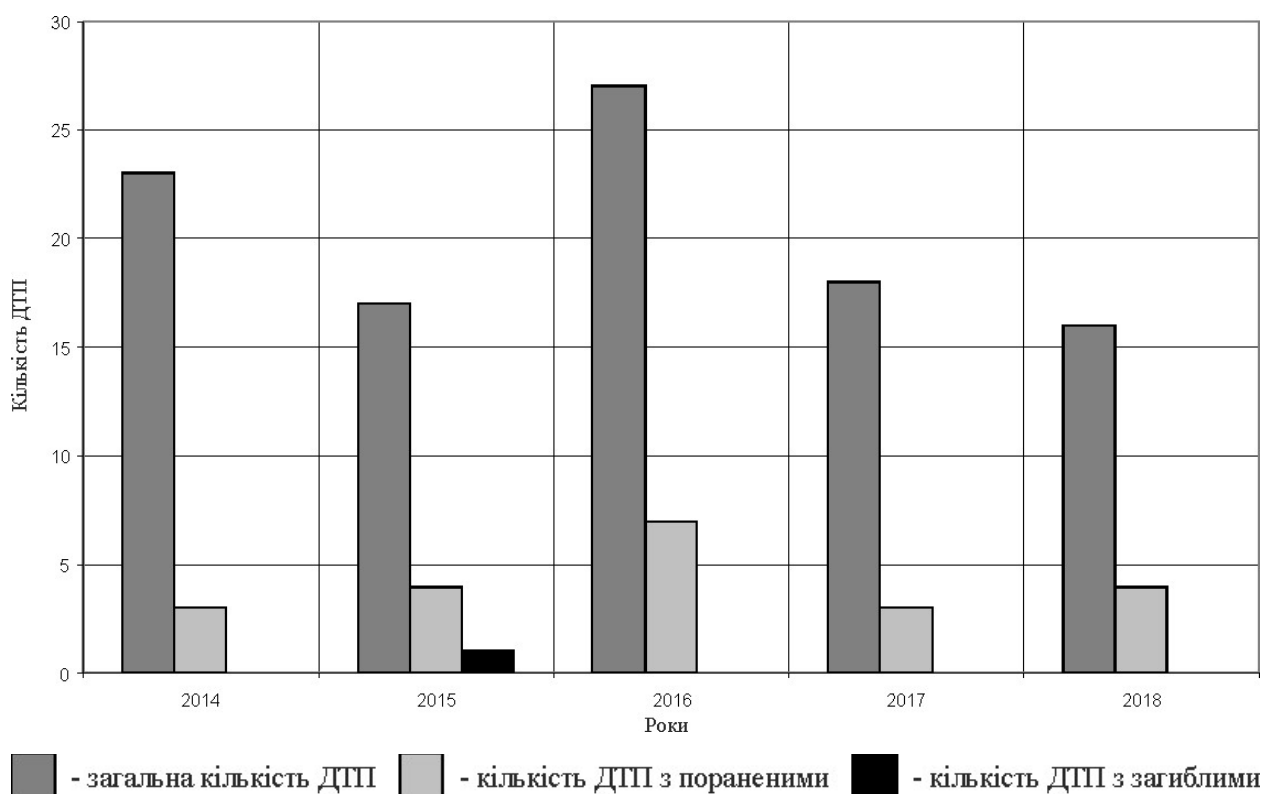


Рисунок 1.20 - Кількість ДТП на ділянці за певний рік

Загальний аналіз ДТП представлений наступними таблицями та рисунками. Так у таблиці 1.11 та на рисунку 1.21 розглянуто розподіл за видами ДТП, а у таблиці 1.12 та на рисунку 1.22 – розподіл за причинами скоєння ДТП.

Таблиця 1.11 – Розподіл ДТП за видами за 2014-2018 роки

Зіткнення транспортних засобів	Наїзд транспорту на пішохода	Наїзд на транспорт, що стоїть
83-0-15	14-1-6	4-0-0

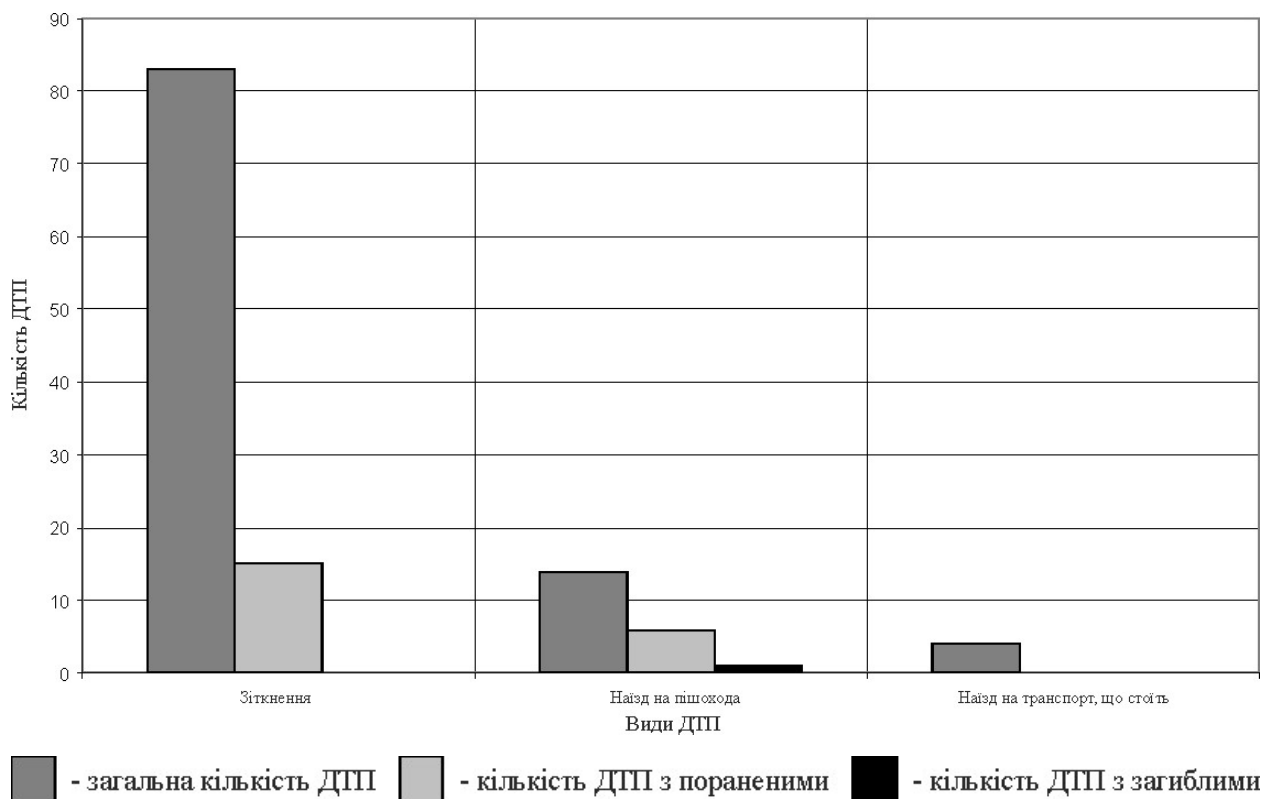


Рисунок 1.21 - Розподіл ДТП за видами за 2014-2018 роки

Таблиця 1.12 – Розподіл ДТП за причинами скоєння за 2014-2018 роки

Порушення режиму швидкості руху	Ненадання переваги у русі	Ненадання переваги пішоходам	Порушення правил руху пішоходами	Порушення правил при маневруванні
17-0-1	35-0-5	27-0-10	9-1-5	13-0-0

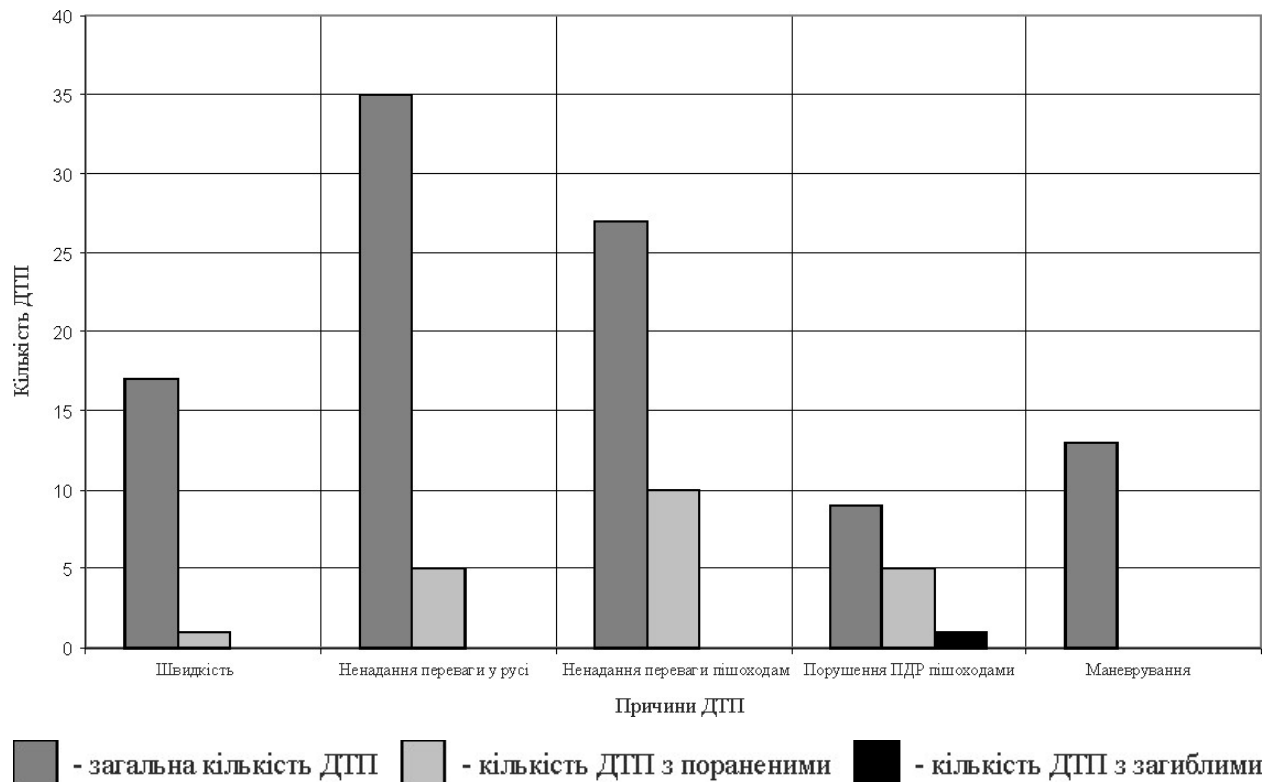


Рисунок 1.22 - Розподіл ДТП за причинами скоєння за 2014-2018 роки

Згідно таблиць 1.10-1.12 та рисунків 1.20-1.22, основними видами ДТП на об'єкті дослідження є зіткнення транспортних засобів між собою. Також потрібно відмітити наявність тенденції до зменшення загальної кількості ДТП.

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

Після ретельного аналізу рівня організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Української, а також на основі оцінки фактичного рівня безпеки транспортних та пішохідних потоків, можливо зазначити кілька основних недоліків:

- значна кількість ДТП;
- наявність щільних транспортних потоків, а також значних затримок руху, особливо у пікові періоди доби;

- майже постійна наявність черги з автомобілів перед перехрестям з боку вулиці Запорізької;
- невідповідність пропускної спроможності перехрестя існуючому обсягу руху.

Боротися із затримками руху при недостатній пропускній спроможності можливо двома способами: глобальною реконструкцією перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української або зменшенням фактичної інтенсивності транспортних потоків.

Раніше зазначали, що перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української розташоване в старій частині міста із щільною багатоповерховою забудовою. Саме з цієї причини перший спосіб, тобто реконструкція ділянки, стає практично неможливим. Залишається другий спосіб із зменшенням об'єму руху на ділянці. Для реалізації цього пропонується відвести частку транспортних потоків від перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською.

Пропонується відвести за межі перехрестя транспортні потоки, які на перехресті повертають праворуч на підходах з двох напрямків: з боку вулиці Гоголя та з боку вулиці Запорізької.

Відведення зазначених транспортних потоків за межі перехрестя може дозволити звільнення перших смуг руху на цих двох напрямках для можливості здійснення ними руху прямо, що дозволить підвищити пропускну спроможність перехрестя з боку вулиць Гоголя та Запорізької та скоротити затримки транспорту.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Зменшення завантаження об'єкту дослідження шляхом відведення частки транспортних потоків

2.1.1 Відведення частки транспортного потоку з боку вулиці Гоголя

До перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською з боку вулиці Гоголя надходить транспортний потік з Шевченківського району міста. Крім того, до потоку долучається значна частка транзитного транспорту, який приходить з Донецького напрямку.

Розподіл смуг руху на цьому підході до перехрестя такий: перша смуга виділена для правого повороту, друга – для руху прямо і третя – для руху прямо й ліворуч. Як показали розрахунки, які приведені в п. 1.3, пропускної спроможності даного підходу до перехрестя недостатньо для пропуску транспортного потоку без затримок.

Це стосується й руху прямо, й, навіть, руху праворуч. Незважаючи на окрему смугу руху для правого повороту, транспортний потік цього напрямку все ж не встигає проїхати перехрестя. Основна причина цього – наявність інтенсивного пішохідного руху через проспект Соборний.

Рух пішоходів конфліктного напрямку здійснюється в одній фазі регулювання з правоповоротним транспортним потоком, що розглядається. Отже, затримки, викликані необхідністю пропуску пішоходів, вимушені.

Для усунення цього недоліку пропонується відведення правоповоротного транспортного потоку з цього підходу за межі перехрестя вулицями Гоголя та Першотравневої з виходом на проспект Соборний за площею Вернадського. Це дозволить звільнити першу смугу для руху прямо, що значно підвищить пропускну спроможність перехрестя та зменшить загальні затримки транспорту.

На рисунку 2.1 наведений запропонований маршрут відведення транспортного потоку.

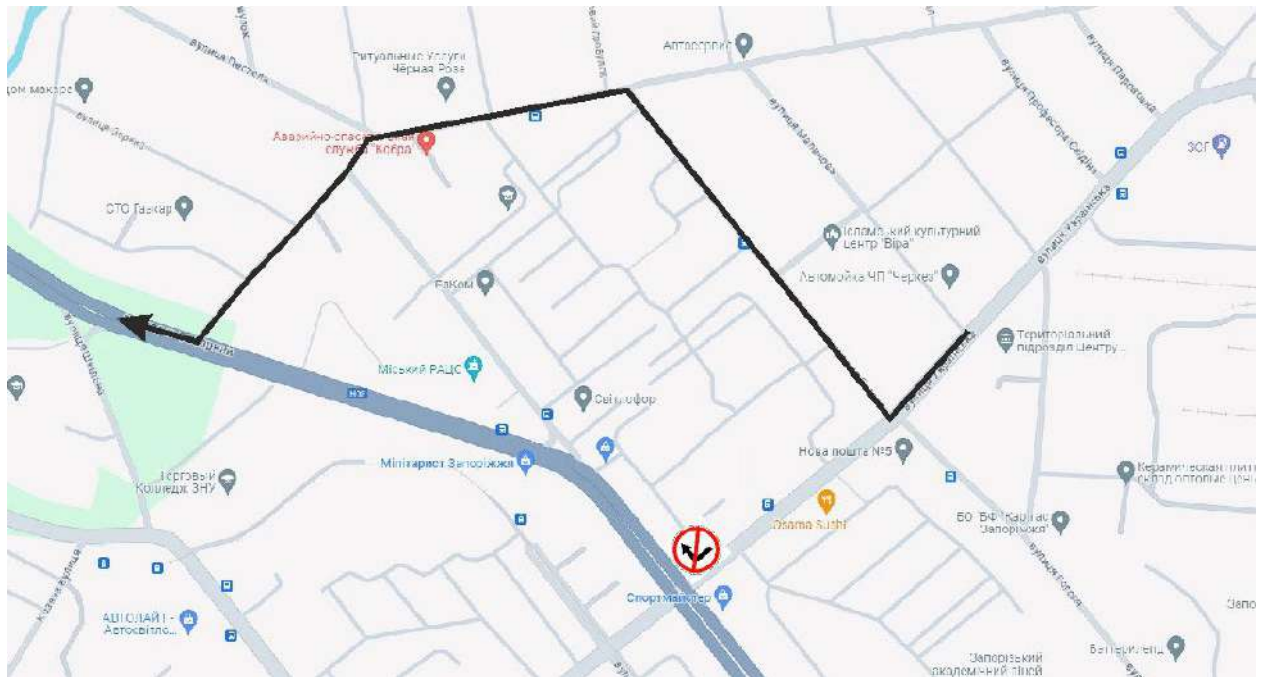


Рисунок 2.1 - Маршрут відведення транспортного потоку
з боку вулиці Гоголя

Щоб реалізувати таке відведення, необхідно ретельно дослідити умови руху на новому маршруті та перевірити фактичну можливість відведення транспорту за межі перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською з боку вулиці Гоголя.

2.1.1.1 Дослідження інтенсивності руху транспорту на маршруті відведення

Вулиця Гоголя на маршруті відведення є вулицею районного значення. Транспортний потік, який відводиться від перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською, буде проходити цією вулицею від вулиці Української до вулиці Першотравневої. На цій ділянці вулиця Гоголя має нормальне асфальтове покриття, яке знаходиться в задовільному стані. Ширина вулиці Гоголя на всій довжині ділянки складає 7,5 м. Вулиця Гоголя має дві смуги руху, кожна з яких має ширину 3,75 м. На ділянці відбувається двобічний звичайний рух.

З метою визначення фізичної можливості відведення було виконано дослідження інтенсивності руху транспорту на перехресті вулиць Гоголя та Української. Для зменшення об'єму досліджень спостереження інтенсивностей руху автомобілів відбувалися виключно в пікові періоди доби. Отримані значення інтенсивностей руху для відповідних часових проміжків представлені на рисунках 2.2, 2.3.

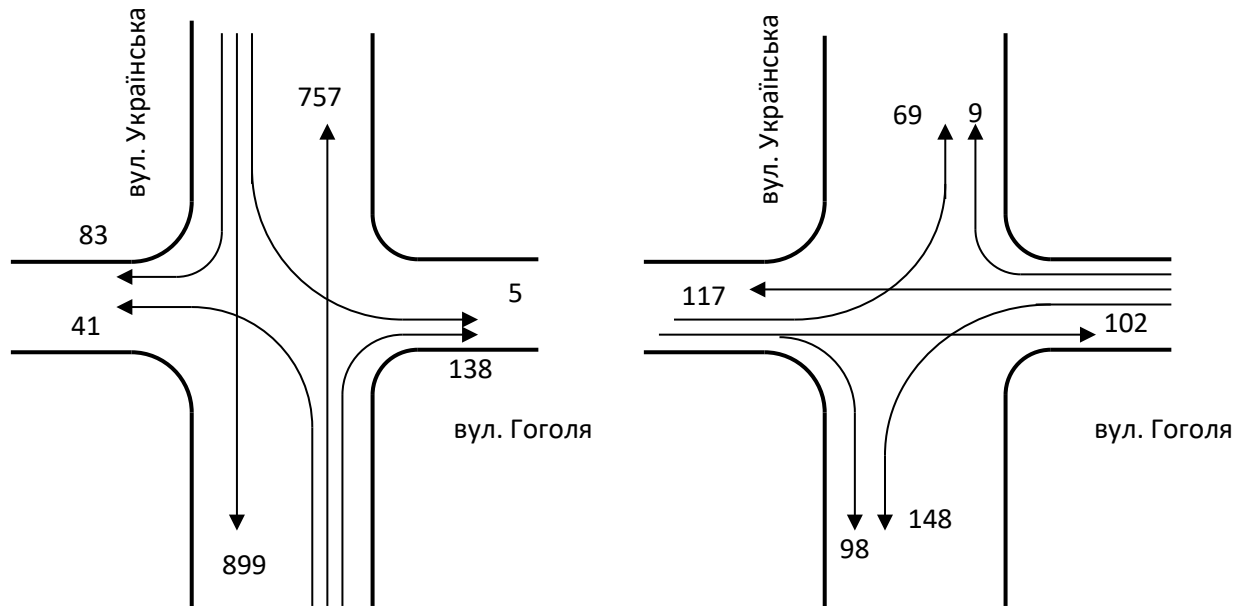


Рисунок 2.2 – Інтенсивності руху транспорту 8:00 – 9:00

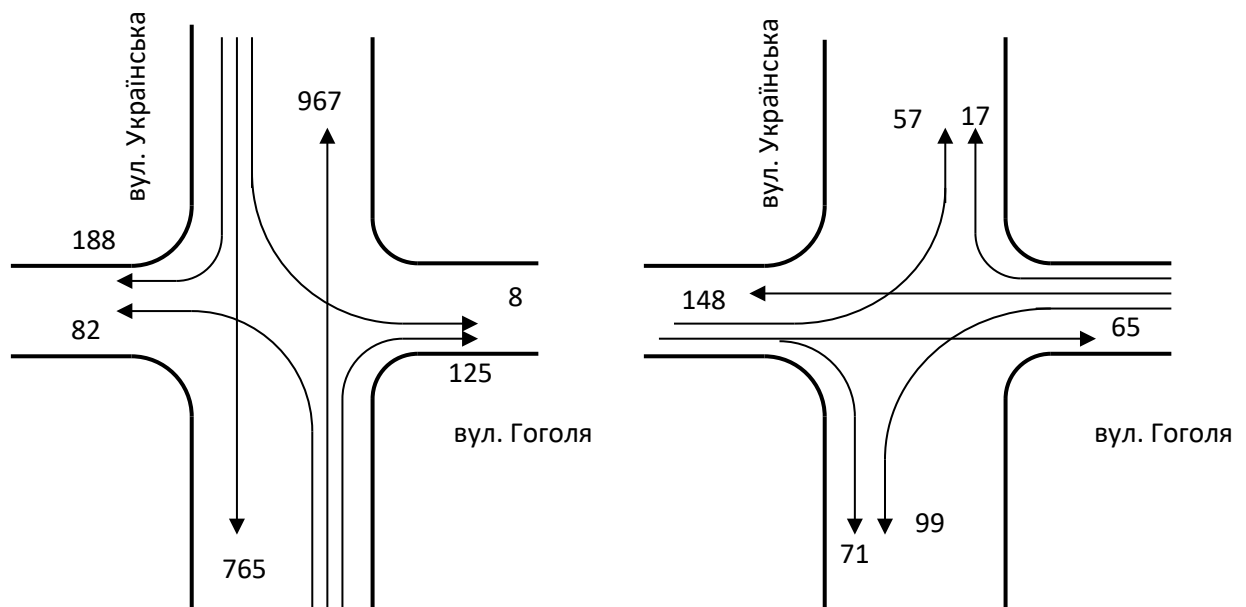


Рисунок 2.3 – Інтенсивності руху транспорту 17:00 – 18:00

Об'єм транспортного руху, спостережений на перехресті вулиць Гоголя та Української, є значним і дорівнює понад 1000 авт/год.

Вулиця Першотравнева на маршруті відведення також є вулицею районного значення.

Вулиця Першотравнева на всьому протязі ділянки відведення має задовільне тверде дорожнє покриття. Ширина вулиці Першотравнева на всій довжині ділянки складає 7,5 м. Вулиця Першотравнева має дві смуги руху, кожна з яких має ширину 3,75 м. На ділянці відбувається двобічний звичайний рух. Транспорт, що відводиться, буде проходити цією вулицею від перехрестя з вулицею Гоголя до перехрестя з проспектом Соборним.

Умови дослідження інтенсивностей транспорту на вулиці Першотравневій ті самі, що й для вулиці Гоголя, які описані вище. На рисунку 2.4. показані отримані значення інтенсивностей руху транспорту.

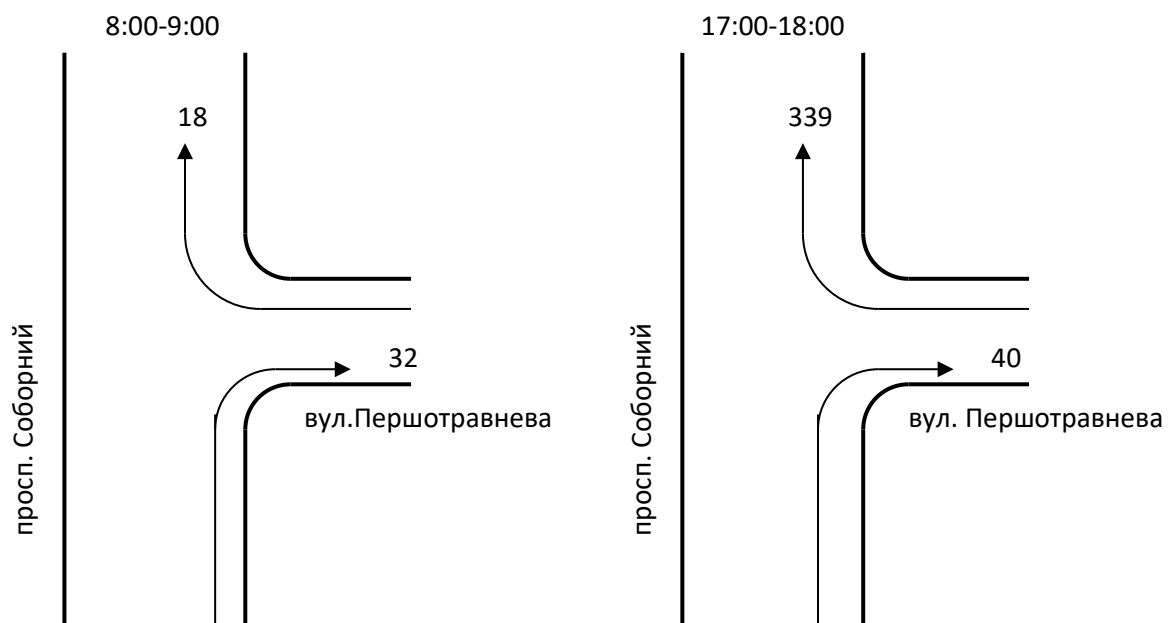


Рисунок 2.4 – Інтенсивності руху транспорту на перехресті проспекту Соборного з вулицею Першотравневою

2.1.1.2 Дослідження швидкісних режимів руху

Так як обидві вулиці на маршруті відведення мають практично однакові геометричні параметри та звичайну схему організації дорожнього руху, швидкісні режими руху було досліджено на одній з них – вулиці Гоголя, припускаючи, що на вулиці Першотравневій вони не будуть мати суттєвих відмінностей. Кількість спостережень миттєвих швидкостей автомобілів – 100.

Методика вимірювання швидкості аналогічна тій, що описана в аналітичній частині дипломного проекту.

Результати досліджень приведені в таблиці 2.1 та на рисунку 2.5.

Таблиця 2.1 – Розподіл швидкостей руху на маршруті відведення

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість вимірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
< 30	15	7	0,07	0,07
30-35	32,5	16	0,16	0,23
35-40	37,5	21	0,21	0,44
40-45	42,5	26	0,26	0,7
45-50	47,5	15	0,15	0,85
50-55	52,5	11	0,11	0,96
55-60	57,5	4	0,04	1

Значення середньої швидкості руху на маршруті відведення складає:

$$\bar{V} = \frac{4037,5}{100} = 40,4 \text{ км/год.}$$

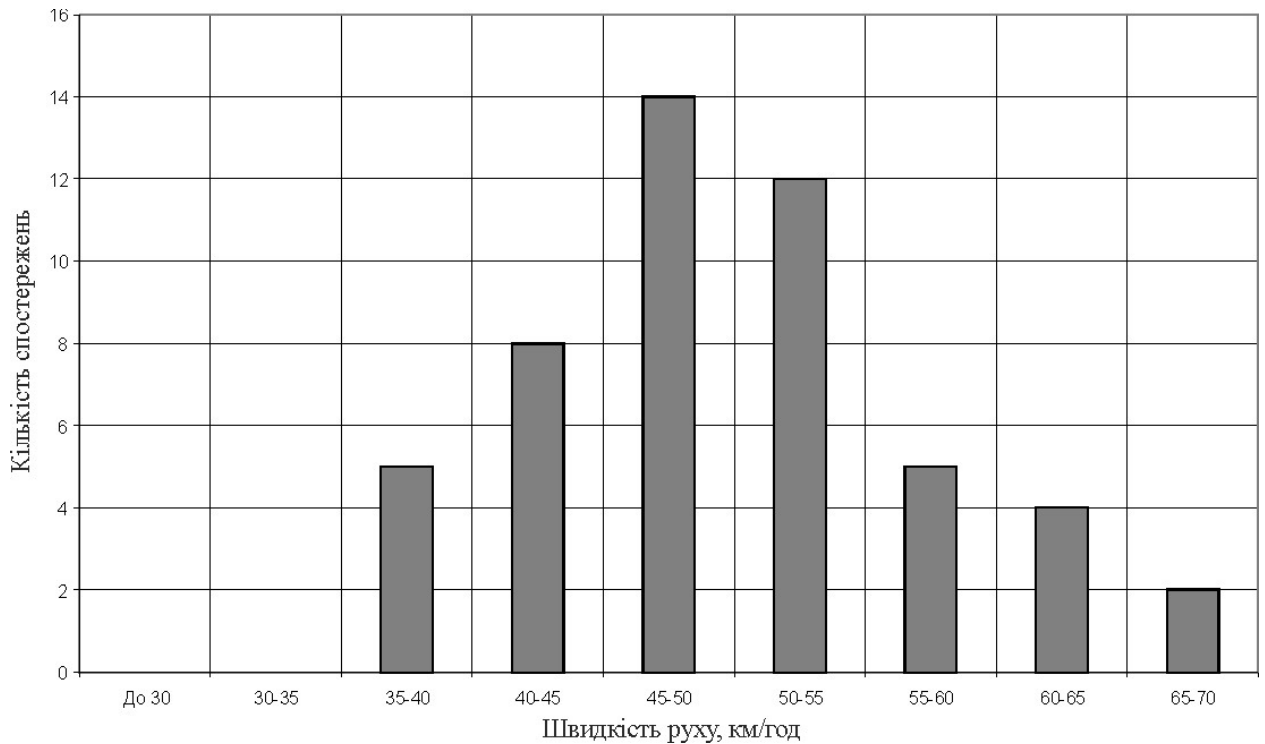


Рисунок 2.5 - Розподіл швидкостей руху на маршруті відведення

2.1.1.3 Аналіз існуючої схеми організації дорожнього руху

На маршруті, яким відводиться транспортний потік наявні наступні основні перехрестя:

- вулиця Гоголя – вулиця Українська;
- вулиця Гоголя – вул. Першотравнева;
- вулиця Першотравнева – проспект Соборний.

Перше перехрестя вулиця Гоголя – вулиця Українська є регульованим перехрестям із наявним світлофорним об’єктом. Регулювання руху тут відбувається за двофазною схемою. Довжина циклу регулювання становить 81 с.

На рисунку 2.6 представлена діюча схема організації руху на цьому перехресті. Діюча циклограма роботи світлофорів наведена на рисунку 2.7.

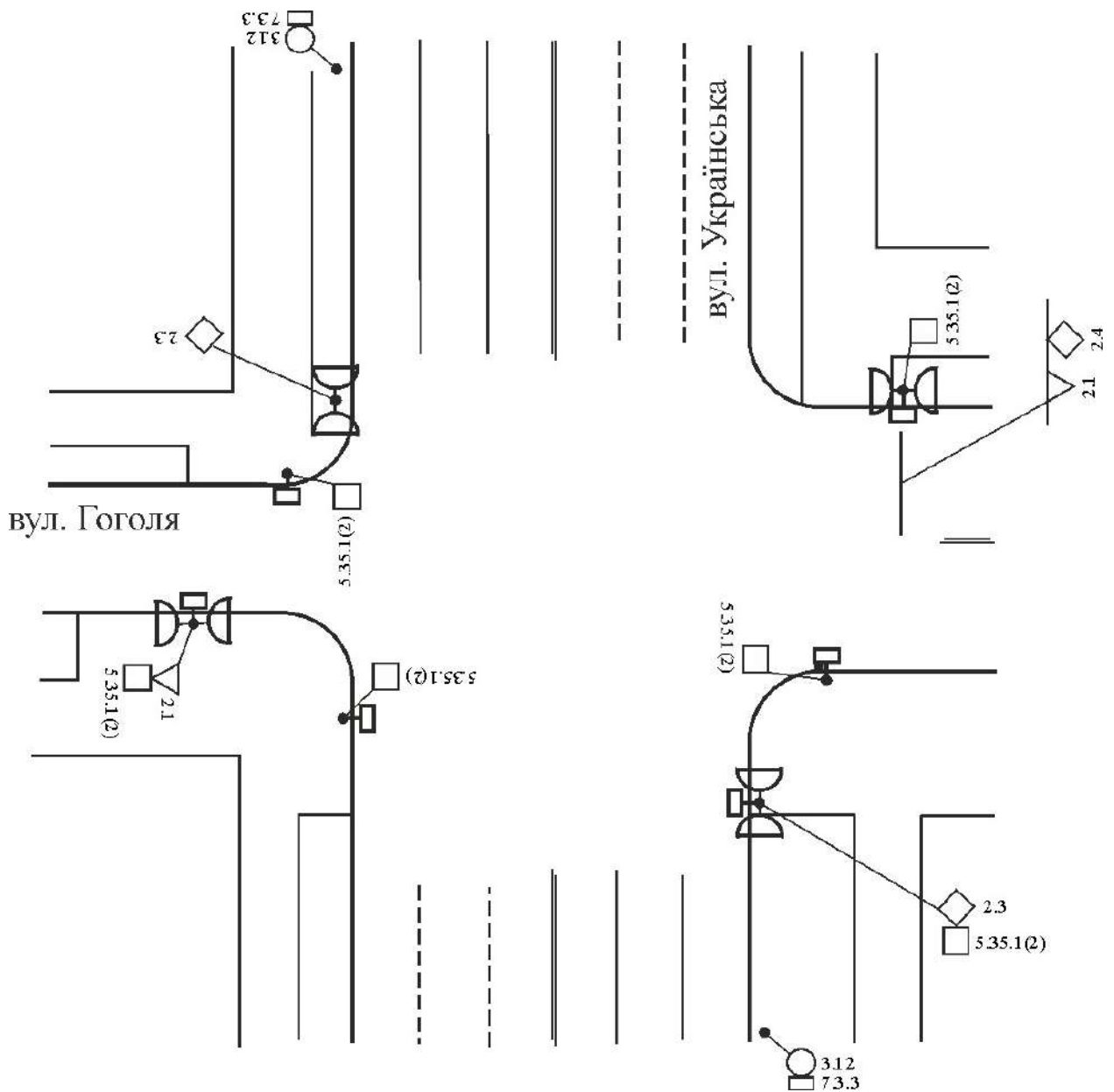


Рисунок 2.6 - Діюча схема організації руху на перехресті вулиць Гоголя і Української

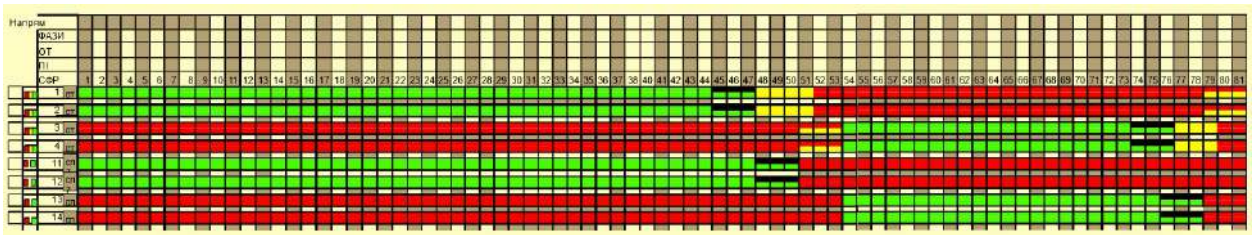


Рисунок 2.7 - Діюча циклограма роботи світлофорів на перехресті вулиць Гоголя і Української

Друге перехрестя вулиця Гоголя – вулиця Першотравнева представляє собою Т-подібне перехрестя. Напрямок головної дороги на ньому йде з вулиці Гоголя на вулицю Першотравневу. До речі, продовження вулиці Першотравневої після цього перехрестя йде в приватну одноповерхову житлову забудову і не має асфальтового покриття. Фактично дорога виконує поворот ліворуч. Перехрестя є простим і розглядатися детальніше не буде.

Третє перехрестя вулиця Першотравнева – проспект Соборний є нерегульованим перехрестям з пріоритетом руху по проспекту. З особливостей цього перехрестя слід відмітити наявність тільки одного можливого маневру при виїзді на перехрестя з боку вул. Першотравневої – поворот праворуч.

2.1.1.4 Визначення пропускних спроможностей вулиць Першотравневої та Гоголя

Для можливості реалізації відведення транспортного потоку необхідно забезпечити умову, коли вулиці та дороги, куди виконується відведення транспорту, мають можливість пропустити цей транспорт разом із власними транспортними потоками. Для перевірки забезпечення такої умови необхідно розрахувати пропускні спроможності ділянки відведення і порівняти їх із збільшеною інтенсивністю руху. Інтенсивність потоку, який відводиться, становить 1152 од/год.

Пропускна спроможність однієї смуги дороги, авт/год [5]:

$$A_c = \frac{3600 \cdot V}{V \cdot t_p + \beta \cdot V^2 + l_o + l_a}, \quad (2.1)$$

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

t_p – середній час реакції водія автомобіля, с;

l_o – значення теоретичного зазору безпеки, м;

l_a – середня довжина умовного автомобіля, м;

β – значення коефіцієнту гальмування.

$$\beta = \frac{1}{2g \cdot (\varphi \pm i + f)}, \quad (2.2)$$

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

f – значення коефіцієнту опору котінню;

i – значення наявного повздовжнього ухилу вулиці чи дороги;

φ – значення коефіцієнту зчеплення автомобільних шин з дорожнім покриттям.

Розраховуємо значення пропускної спроможності ділянки відведення по вулицях Гоголя та Першотравневої, виходячи з найгірших дорожніх умов.

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

$$A_c = \frac{3600 \cdot 11,2}{11,2 \cdot 1 + 0,16 \cdot 11,2^2 + 2 + 5} = 1053 \text{ од/год} < 1152 \text{ од/год.}$$

Отримане значення пропускної спроможності ділянки менше за очікувану інтенсивність руху на ній. Таким чином, можна стверджувати, що відведення транспортного потоку за вибраним маршрутом неможливо без розширення проїжджої частини на вулицях Гоголя та Першотравнева.

Перевіримо можливість пропуску транспортного потоку за умов наявності двох смуг руху в напрямку слідування маршруту відведення.

Якщо на досліджуваній ділянці дороги буде дві смуги руху в напрямку руху потоку відведення, то пропускну спроможність кожної смуги проїзної частини можна визначити по формулі [5]:

$$A_n = A_c \cdot \varepsilon_i \quad (2.3)$$

де ε_i – значення коефіцієнту зниження пропускної спроможності певної смуги.

$$A_{п1} = 1053 \text{ од/год.}$$

$$A_{п2} = 0,85 \cdot 1053 = 895 \text{ од/год.}$$

Сумарна пропускна спроможність складе 1948 од/год, що більше за очікувану інтенсивність в 1152 автомобілів.

Отже, відведення транспортного потоку вулицями Гоголя та Першотравнева можливе тільки за умови розширення ширини проїжджої частини до трьох смуг (дві смуги руху в напрямку маршруту відведення).

2.1.1.5 Розширення проїжджої частини вулиць Гоголя та Першотравневої

Для підвищення пропускної спроможності передбачається розширення проїжджої частини

Для забезпечення безпечних умов руху ширина смуги повинна бути достатньою для вільного роз'їзду зустрічних транспортних потоків та для виконання обгонів.

Ширина смуги руху визначається по формулі [5]:

$$C = A + D + y, \quad (2.4)$$

де A – середня ширина автомобіля, прийнята для розрахунків (для першої смуги ширина вантажного автомобіля, для другою смуги - легкового).

Розрахунок виконується за методикою [5] на основі позначень, наведених на рисунку 2.8.

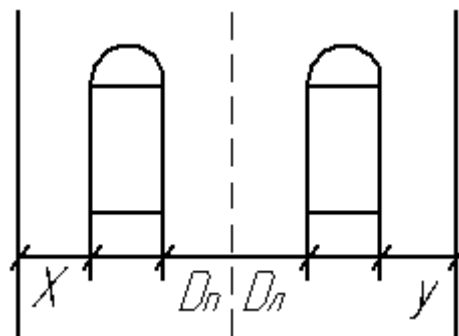


Рисунок 2.8 – Схема для розрахунку ширини смуг руху [5]

Відстань від зовнішнього боку колеса до бордюрного каменя проїжджої частини розраховується за формулою, м [5]:

$$y = 0,35 + 0,2\sqrt{V_p}, \quad (2.5)$$

де V_p – очікувана чи розрахункова швидкість, м/с.

Для міського руху приймається $V_p = 50$ км/год = 13,9 м/с виходячи із максимально дозволеної швидкості.

$$y = 0,35 + 0,2\sqrt{13,9} = 1,1 \text{ м.}$$

$$D_n = \frac{2D}{2} \quad , \quad (2.6)$$

де D – відстань для забезпечення безпеки руху автомобілів сумісними смугами.

$$D = 1,05/2 = 0,525 \text{ м.}$$

Ширина першої смуги (правої) повинна бути не меншою за:

$$C_1 = 2,5 + 0,525 + 1,1 = 4,125 \text{ м.}$$

Ширину першої смуги проїжджої частини приймаємо 4,5 м відповідно до рекомендацій [6].

Відстань до межі смуги руху зустрічного напрямку, м:

$$X = 0,3 + 0,05V_p \quad , \quad (2.7)$$

$$X = 0,3 + 0,05 \cdot 13,9 = 0,995 \text{ м.}$$

Ширина другої смуги повинна бути не меншою за:

$$C_2 = 1,8 + 0,525 + 0,995 = 3,32 \text{ м.}$$

Ширину другої смуги проїжджої частини приймаємо 3,5 м відповідно до рекомендацій [6].

Фактична ширина міської вулиці може бути розрахована за формулою, м [6]:

$$B = m \cdot n + k \cdot p, \quad (2.8)$$

де m – ширина певної смуги руху на дорозі, м;
 n – відповідна кількість смуг руху на дорозі;
 k – ширина запобіжної відстані на першій смузі (можна знехтувати при реконструкції вулиць із щільною забудовою);
 p – кількість перших смуг (залежно від організації руху).

$$B = 4,5 \cdot 2 + 3,5 = 12,5 \text{ м.}$$

Отримана ширина вулиці перевищує фактичні можливості розширення. В такому разі, згідно рекомендацій [6], ширина першої смуги зменшується до мінімально можливої для руху вантажного транспорту, а саме – 3,75 м. За таких умов загальна ширина проїжджої частини складе:

$$B = 3,75 \cdot 2 + 3,5 = 11 \text{ м.}$$

Ширина тротуарів визначається відповідно до категорії вулиці чи дороги та її функціонального призначення і в залежності від інтенсивності наявного пішохідного потоку. Ширина кожної пішохідної смуги повинна мати значення, яке кратне 0,75 м. [6].

Значення загальної ширини тротуару розраховується за формулою, м [6]:

$$B_{mp.} = n \cdot b + c + d \quad (2.9)$$

де n – кількість смуг руху для пішоходів;

b – ширина однієї смуги руху для пішоходів;

c – розмір додаткової смуги від забудови, м;

d – розмір додаткової смуги від проїжджої частини, м.

Тротуари повздовж вулиць Гоголя й Першотравнева проходять не впри-
тул до забудови чи проїжджої частини, тому додатковими смугами можна зне-
хтувати.

Кількість смуг для руху пішоходів розраховується за формулою [6]:

$$n = \frac{N_{пеш}}{A_{пеш}} \quad (2.10)$$

де $N_{пеш}$ – фактична інтенсивність пішохідного руху на ділянці, піш/год.;

$A_{пеш}$ – пропускна спроможність однієї пішохідної смуги, піш/год.

Значення фактичної пропускної спроможності пішохідної смуги зале-
жить від місця розташування тротуару. При вільному розташуванні (не біля
збудови та проїжджої частини) пропускна спроможність смуги шириною 0,75
м складе 1000 піш/год [6].

Необхідна кількість смуг руху на тротуарі:

$$n = \frac{100}{1000} = 0,1.$$

Згідно цього розрахунку на ділянці вулиць Гоголя та Першотравневої
достатньо однієї смуги руху для пішоходів в кожному напрямку. В таких умо-
вах достатня ширина тротуару складе:

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

Отримане значення співпадає із шириною тротуарів, які зараз є в наявності на ділянках вулиці Гоголя та Першотравневої, тобто додаткова реконструкція тротуарів не потрібна.

Отже, відповідно до розрахунків, які наведені вище, і вимог [7], а також враховуючі технічну можливість для ділянки вулиць Гоголя та Першотравневої, передбачається збільшення ширини проїжджої частини вулиць на цих ділянках до 11 м (дві смуги руху в напрямку розширення шириною 3,75 та 3,5 м та одна смуга шириною 3,75 м для руху зустрічного транспортного потоку).

2.1.1.6 Нові схеми організації дорожнього руху на перехрестях маршруту відведення

В умовах відведення транспортного потоку на перехресті проспекту Соборного з вулицею Першотравневою зміниться інтенсивність руху транспорту. Значення очікуваної інтенсивності руху наведені на рисунку 2.9.

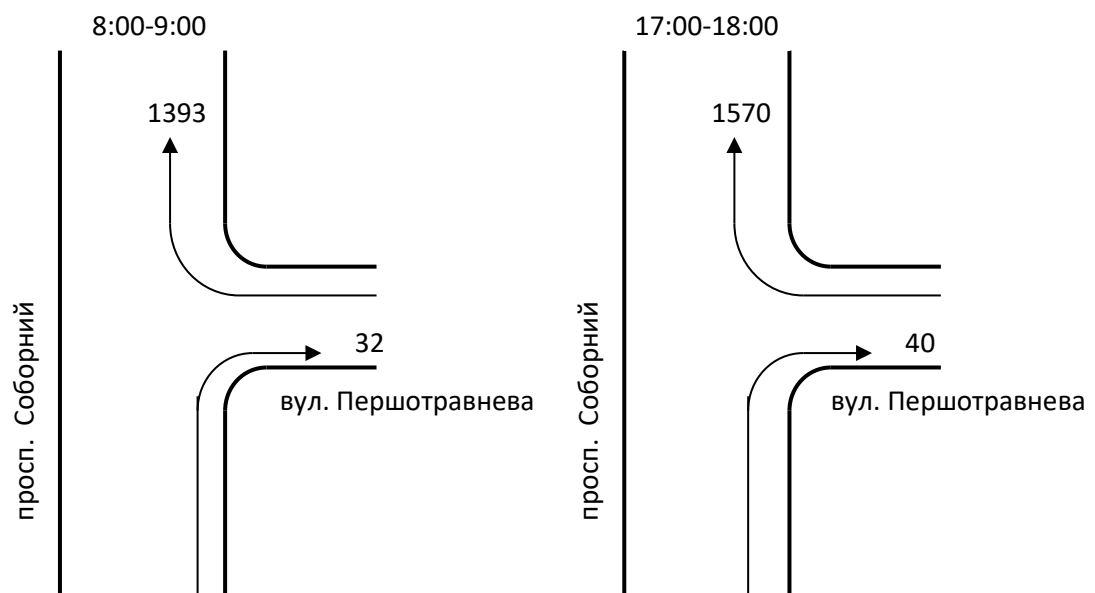


Рисунок 2.9 – Очікувані інтенсивності руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Першотравневою

Враховуючи значні інтенсивності руху, потрібно виділення однієї смуги на проспекті для розгону потоку, що їде з вулиці Першотравневої. В існуючих умовах перед цим перехрестям проспект Соборний має дві смуги руху шириною 4 та 3,75 м, а після перехрестя на проспекті вже три смуги руху шириною 3,75, 3,75 та 3,5 м. Отже, виділення окремої смуги для розгону не погіршить існуючого рівня організації руху.

В умовах відведення транспортного потоку на перехресті вулиць Гоголя та Українська також зміниться інтенсивність руху транспорту. Значення очікуваної інтенсивності руху наведені на рисунках 2.10, 2.11.

Такі значні інтенсивності руху звичайно потребують наявності світлофорного регулювання. Потрібно виконати відповідні розрахунки основних параметрів роботи світлофорного об'єкту в нових умовах та порівняти їх з існуючими.

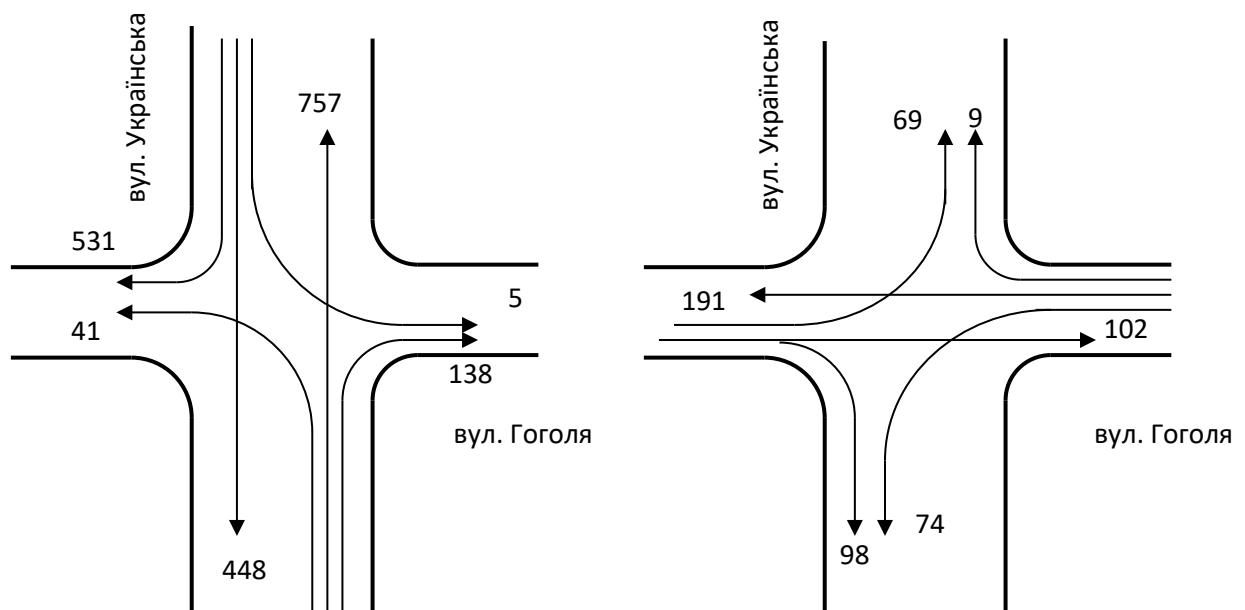


Рисунок 2.10 – Очікувані інтенсивності руху на перехресті

Гоголя – Українська з 8:00 до 9:00 ранку

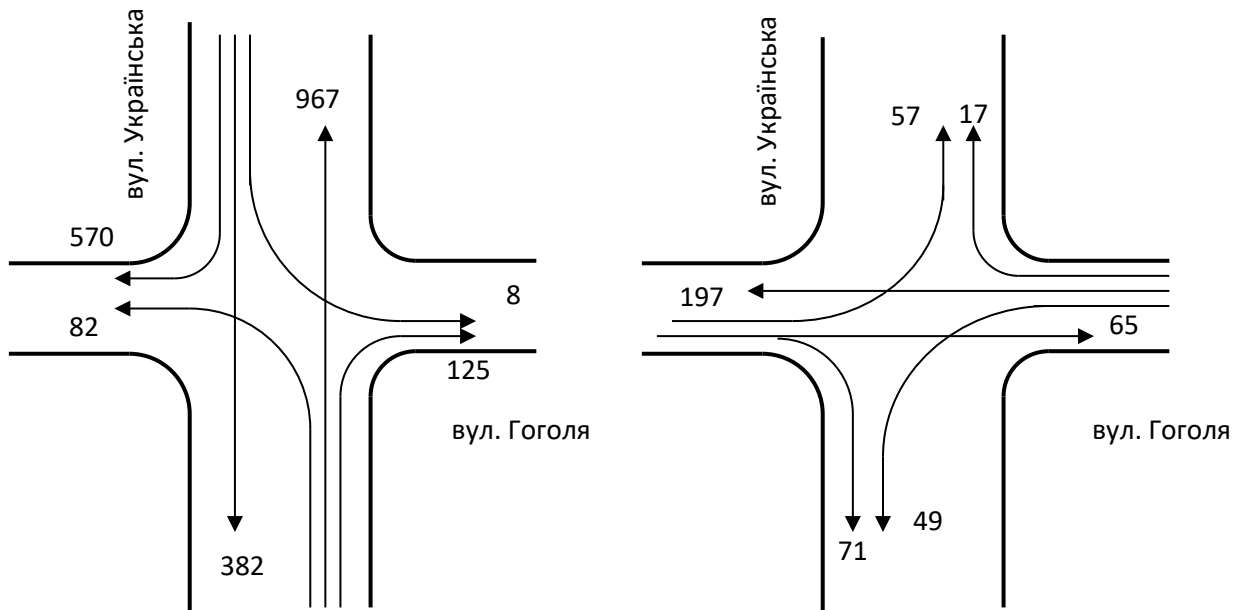


Рисунок 2.11 – Очікувані інтенсивності руху на перехресті

Гоголя – Українська з 17:00 до 18:00 вечора

Щоб визначити потрібну кількість фаз регулювання на перехресті необхідно поділити усі можливі напрямки руху на конфліктні й неконфліктні.

За конфліктні напрямки рахуються всі можливі перетини та злиття транспортних потоків із врахуванням двох винятків [8]:

- інтенсивність транспортного потоку ліворуч не більша при конфлікті із зустрічним прямим транспортним потоком;
- інтенсивність транспортного потоку, який повертає, не більша за 120 авт/год при конфлікті із пішохідним потоком, інтенсивність якого не більша за 900 чол/год.

Організація пофазового роз'їзду є однією з найпростіших форм розподілу конфліктуєчих транспортних та пішохідних потоків у часі з метою забезпечення безпеки руху.

При організації пофазового роз'їзду необхідно [8]:

- у циклі регулювання прагнути до мінімально можливої кількості фаз;

- не допускати випуск транспортних засобів з однієї смуги в різних фазах.

Найпростішою є організація руху за двофазним циклом. При цьому всі автомобільні потоки поділяються на дві групи, які проїжджають перехрестя одна за одним. Така черговість руху фактично ліквідує на перехресті більшу кількість небезпечних конфліктних точок [8]. Стандартна двофазна схема наведена на рисунку 2.12.

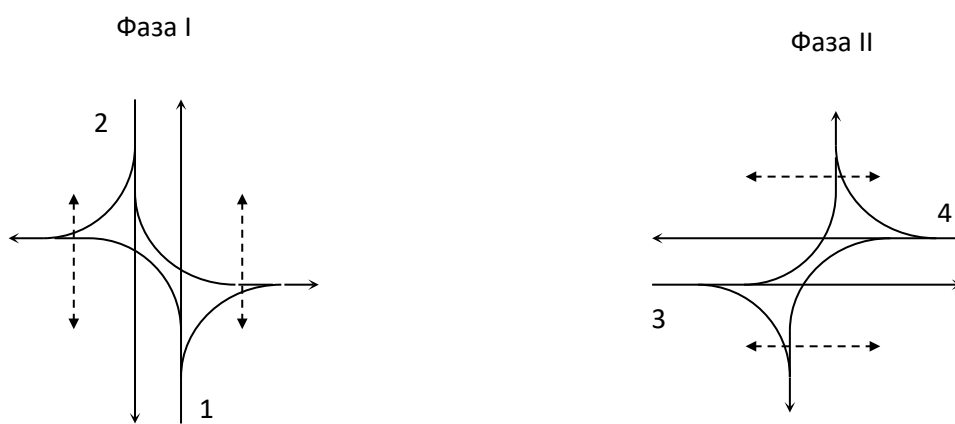


Рисунок 2.12 – Двофазна схема роз'їзду транспорту [8]

Три фази регулювання та більше використовуються у випадках наявності значних лівоповоротних потоків та у випадках значних інтенсивностей пішохідного руху [8].

Враховуючи інтенсивності транспортних та пішохідних потоків на перехресті вулиць Української та Гоголя, двофазної системи регулювання буде достатньо.

На території України порядок чергування сигналів світлофорів, вигляд та значення цих сигналів відповідають вимогам [4].

Управління роботою світлофорів на перехресті звичайно поділяється на певні сигнальні групи, які по чергові надають можливість для проїзду через перехрестя в певних напрямках, які відповідають певній групі. Це забезпечує циклічність роботи світлофорів на перехресті [8].

Період часу, в якому працює певна комбінація сигналів світлофорного об'єкту, є тактом регулювання. Такти регулювання, в залежності від своїх функціональних особливостей, поділяються на основні та проміжні [8].

Коли працює основний такт, рух певної групи автомобілів та пішоходів є дозволеним чи забороненим. В свою чергу проміжний такт дозволяє підготуватися учасникам наступної групи до можливості виконання руху. Ця підготовка дозволяє звільнити перехрестя від автомобілів та пішоходів попередньої групи [8].

Сукупність основного та проміжного тактів є фазою регулювання. В свою чергу сукупність всіх фаз регулювання, яка періодично повторюється, є циклом регулювання. А вже тривалість цього циклу регулювання, кількість фаз в ньому, порядок їх чергування, а також фактична тривалість тактів регулювання разом складають загальний режим світлофорного регулювання на перехресті [8].

Розрахунок режимів світлофорного регулювання починається зі складання так званої конфліктної матриці транспортних напрямків, в яку заносяться фактичні відстані на перехресті для кожного можливого напрямку руху транспорту від «Стоп» ліній розмітки до найдальшої конфліктної точки. На ці значення впливають як геометричні параметри перехрестя, так і виконання розподілу певних траєкторій руху за певними напрямками [8].

Значення елемента конфліктної матриці розраховується за формулою [8]:

$$B_{ij} = B_{\text{стоп-світ}} + B_{\text{світ-пч}} + B_{\text{траєктор}} , \quad (2.11)$$

де $B_{\text{стоп-світ}}$ – фактична відстань траєкторією руху від «Стоп» лінії до перпендикулярного умовного перерізу, де розташований світлофор, м;

$B_{\text{світ-пч}}$ – фактична відстань від перпендикулярного умовного перерізу, де розташований світлофор, до початку проїжджої частини конфліктного напрямку, м;

$B_{\text{траєктор}}$ – фактична відстань руху певною траєкторією на перехресті, м.

В таблиці 2.2 наведена конфліктна матриця для перехрестя вулиць Гоголя з Українською.

Таблиця 2.2 – Конфліктна матриця транспортних напрямків на перехресті вулиць Української та Гоголя, м

Напрямки	1	2	3	4
1	X	0	23	-27,5
2	0	X	- 23,5	23
3	27	27	X	0
4	27	27	0	X

У світлофорному циклі є певні проміжки часу, коли здійснюється зміна сигналів із заборонного на дозволяючий і навпаки. Цей проміжок часу є так званим перехідним інтервалом. Він необхідний для того, щоб був час для звільнення проїжджої частини перехрестя транспортом та пішоходами під час зміни сигналів світлофорів.

Значення перехідного інтервалу можливо визначити за формулою [8]:

$$t_{\phi_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k}, \quad (2.12)$$

де t_p – умовний середній час реакції водія, с;

V_k – прийнята або розрахована швидкість координації на перехресті, м/с;

a^k – значення величини прискорення, м/с²;

B_i – фактична ширина проїжджої частини перехрестя між двома «Стоп» лініями, м;

l_a – умовна середня довжина автомобіля, м.

Значення фазового коефіцієнту можливо визначити за формулою [8]:

$$y_j^i = \frac{N_j^i}{M_j}, \quad (2.12)$$

де N_j^i – фактична спостережена чи розрахункова очікувана інтенсивність руху транспорту на певному напрямку, од/год;

M_j – значення потоку насичення певного напрямку, од/год.

Суму фазових коефіцієнтів можливо визначити за формулою [8]:

$$Y = \sum y_{\max}^i. \quad (2.13)$$

Значення циклу регулювання можливо визначити за формулою [8]:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y}, \quad (2.14)$$

де L_k – величину часу в циклі, який втрачається, можливо визначити за формулою [8]:

$$L_k = \sum_{j=1}^m (t_{oj} - 1). \quad (2.15)$$

Значення довжини основного такту можливо визначити за формулою [8]:

$$\bar{t}_3^m = \frac{\bar{y}^m}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1, \quad (2.16)$$

де $\bar{y}^m$ – значення фазового коефіцієнту для фази, в якій виконується рух транспорту магістраллю координації.

Значення відповідних коефіцієнтів корекції можливо визначити за формулами [8]:

$$k_1 = \frac{B/Vn + 5 - t_q^i}{t_3^i}, \quad (2.17)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i}, \quad (2.18)$$

де B – відстань, яку долають пішоходи, переходячи проїжджу частину, м;
 V_{niu} – значення середньої швидкості руху пішоходів по переходу, м/с.

Розрахунок зазначених вище режимів роботи світлофорів був виконаний із застосуванням спеціального програмного забезпечення. Результати цього розрахунку для основних елементів зведені в таблицю 2.3.

Порівнюючи отримані значення із існуючими, можна стверджувати, що зміни в існуючому режимі регулювання рухом на перехресті вулиць Української та Гоголя не потрібні. А ось зміни в схемі організації цього руху необхідні. Нова схема організації руху автомобільного транспорту на перехресті вулиць Української та Гоголя наведена на рисунку 2.13.

Таблиця 2.3 – Режими роботи світлофорів на перехресті вулиць Гоголя та Української

Довжина, с		
перехідний інтервал	фази 1 – 2	8
	фази 2 – 1	8
Загальна тривалість циклу регулювання – 81 с		
основний такт	1	44
	2	21

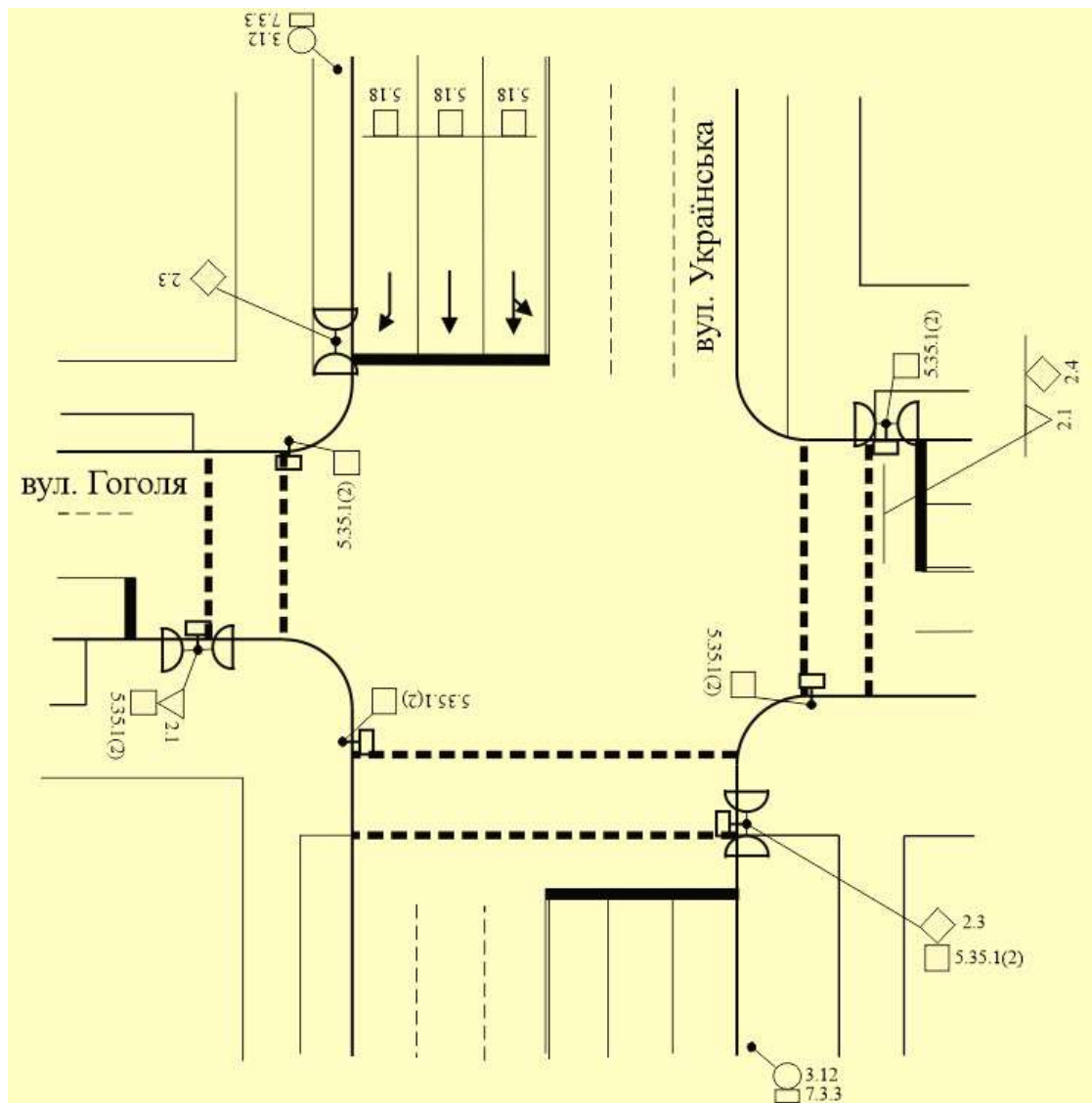


Рисунок 2.13 – Нова схема організації руху автомобільного транспорту на перехресті вулиць Української та Гоголя

2.1.2 Відведення частки транспортного потоку з боку вулиці Запорізької

На підході з вулиці Запорізької до перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською проблема транспортних заторів є ще більш гострою у порівнянні із підходом вулицею Гоголя, який розглядався у попередньому пункті. Транспортні затори тут виникають через значні інтенсивності зустрічного лівоповоротного потоку в напрямку Шевченківського адміністративного району.

На підході з вулиці Запорізької до перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською існуючою схемою організації автомобільного транспорту передбачено три смуги руху. Ретельне спостереження під час збору інформації про перехрестя показали, що використання цих трьох смуг є не однако-вим та не ефективним. Неефективність стосується перш за все першої смуги руху, де дозволеними є напрямки прямо і праворуч на перехресті.

Саме рух прямо з першої смуги на цьому підході носить проблемний характер. Справа в тому, що при повороті праворуч транспортні засоби вимушені зупинятися перед пішохідним переходом, яким користуються пішоходи, переходячи вулицю Українську. Це найінтенсивніший пішохідний перехід на перехресті. В разі виконання маневру повороту праворуч двома чи більше транспортними засобами перша смуга буде практично постійно зайнята. Описана ситуація виникала 8 разів із 10 спостережень. Звісно, що за таких умов ефективне використання першої смуги стає вкрай складним, а то й практично неможливим.

Для вирішення цієї проблеми також пропонується розглянути можливість відведення частки транспортного потоку з цього підходу. Мова йде саме про транспортний потік, що повертає праворуч. Фактично цей маневр буде заборонено. Такий захід дозволить використовувати першу смугу лише для руху прямо, що повинно призвести до підвищення пропускної здатності загалом цього напрямку руху.

Виконання відведення автомобільного транспорту пропонується з використанням вулиць Приходської, Гоголя та Семафорної. Вихід безпосередньо на вулицю Українську буде виконуватись автомобільним транспортом вище перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською. Схема маршруту відведення представлена на рисунку 2.14.

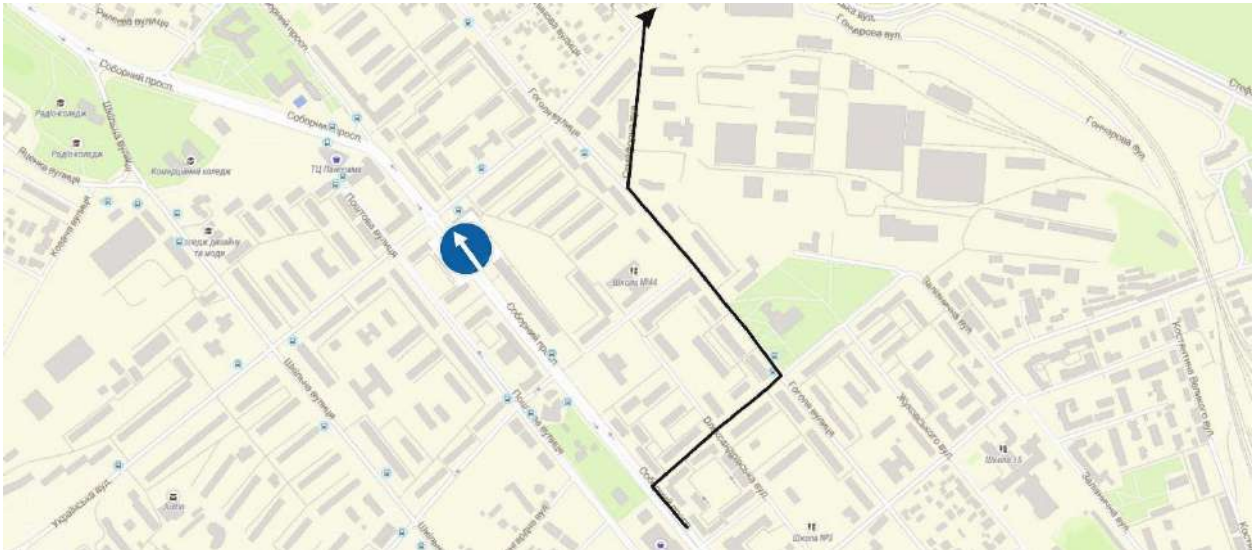


Рисунок 2.14 - Схема маршруту відведення

Щоб довести можливість такого заходу необхідно дослідити умови руху на зазначеному маршруті, порівняти пропускні спроможності ділянок з новими інтенсивностями руху та розглянути питання організації пасажирського автобусного руху на маршруті відведення.

2.1.2.1 Дослідження основних характеристик потоків транспорту на маршруті відведення

Всі три вулиці є вулицями районного значення. На всьому протязі маршруту відведення проїжджі частини вулиць мають асфальтове покриття в нормальному стані. В таблиці 2.4 наведені геометричні параметри проїжджої частини на маршруті відведення.

Таблиця 2.4 – Геометричні параметри проїжджої частини на маршруті відведення

Вулиця	Ширина вулиці, м	Кількість смуг руху
Приходська	7	2
Гоголя	14	4
Семафорна	7	2

Дослідження інтенсивностей руху транспортних потоків на маршруті відведення виконувалося аналогічно описаному в п. 2.1.1. На рисунках 2.15-2.19 представлені фактичні інтенсивності руху транспорту.

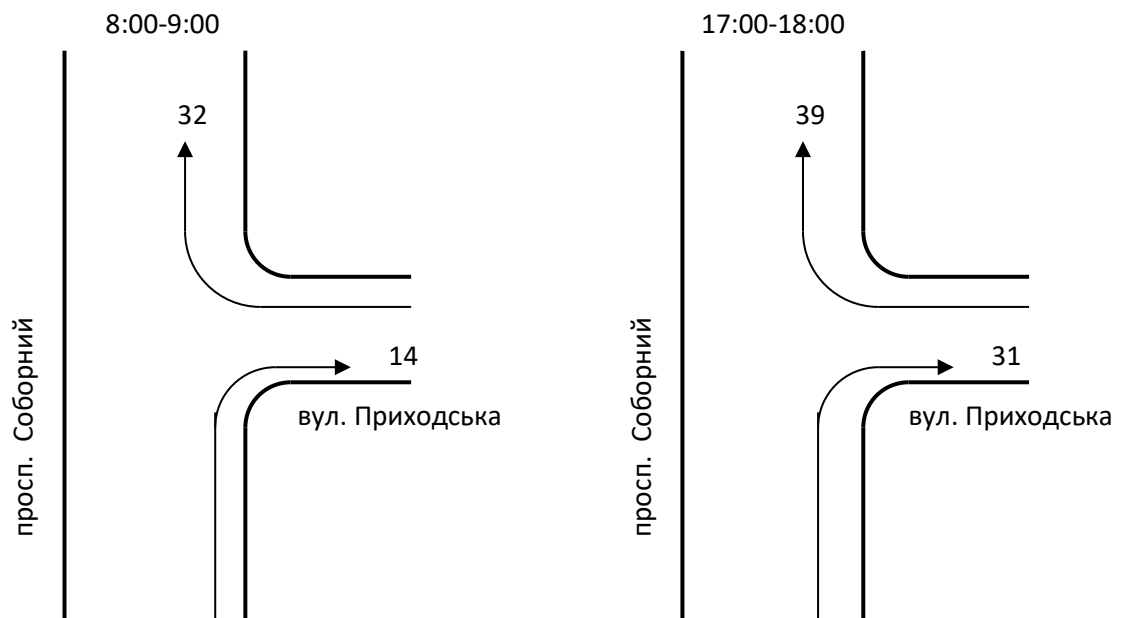


Рисунок 2.15 – Фактичні інтенсивності руху транспорту на перехресті проспекту Соборного з вулицею Приходською

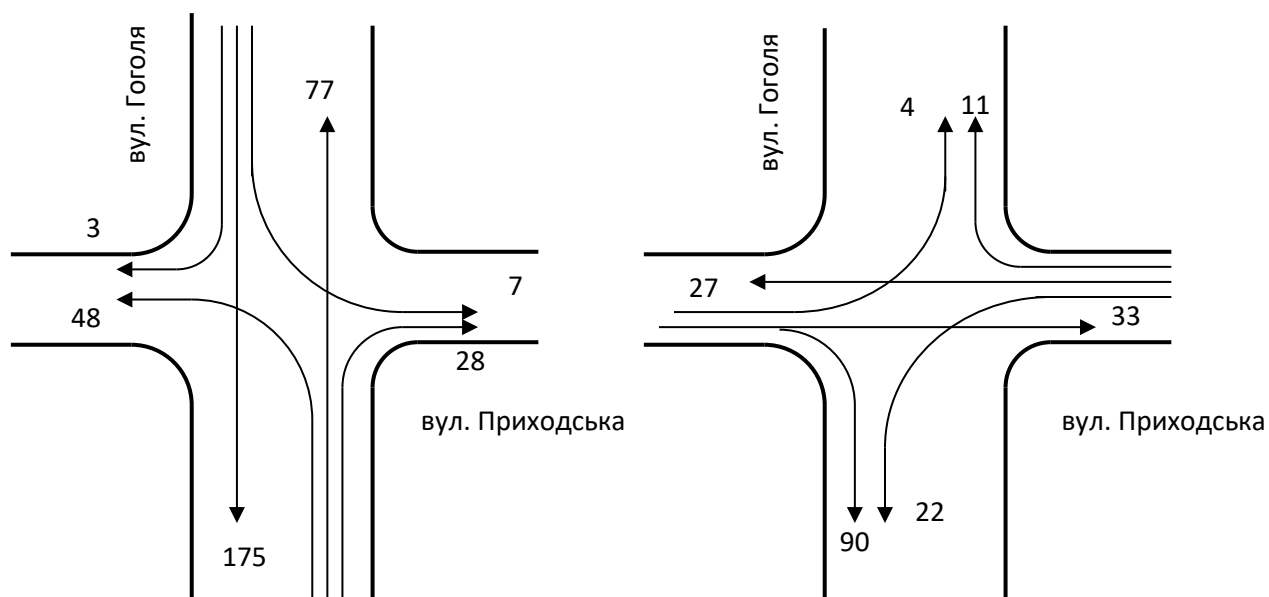


Рисунок 2.16 – Фактичні інтенсивності руху транспорту на перехресті вулиць Гоголя і Приходська 8:00 - 9:00

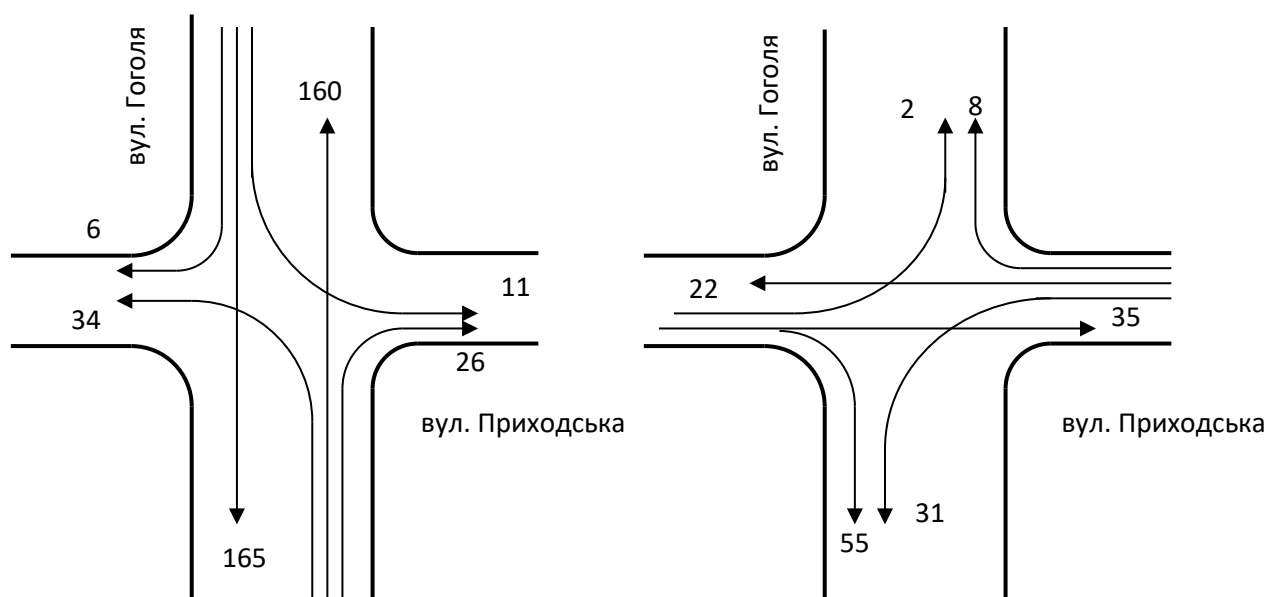


Рисунок 2.17 – Фактичні інтенсивності руху транспорту на перехресті вулиць Гоголя і Приходська 17:00 - 18:00

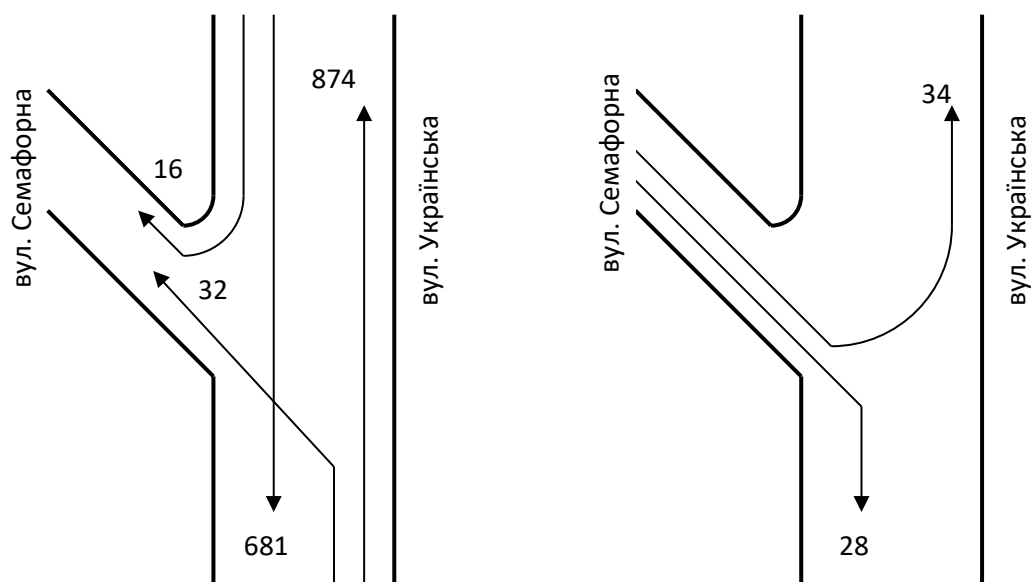


Рисунок 2.18 – Фактичні інтенсивності руху транспорту на перехресті вулиць Української та Семафорної 8:00 - 9:00

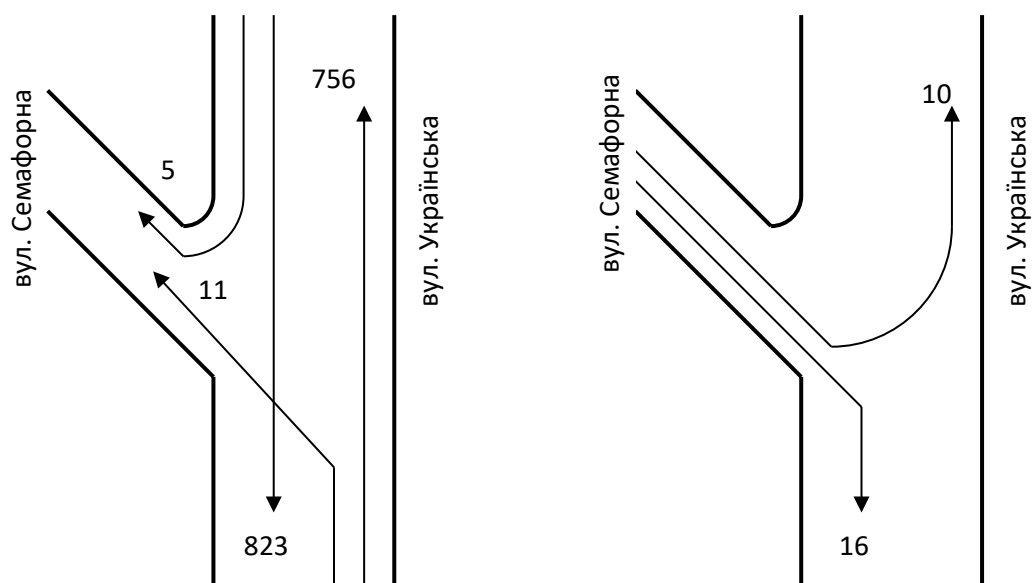


Рисунок 2.19 – Інтенсивності руху на перехресті Українська – Семафорна 17:00 - 18:00

2.1.2.2 Дослідження швидкісних режимів руху

Швидкісні режими руху було досліджено на кожній з трьох згаданих вище вулицях у напрямку руху потоку, що пропонується відводити. У зв'язку з порівняно невеликими інтенсивностями руху кількість спостережень миттєвих швидкостей автомобілів на кожній вулиці – 50.

Результати досліджень приведені в таблицях 2.5-2.7 та на рисунках 2.20-2.22.

Таблиця 2.5 – Розподіл швидкостей руху на вулиці Приходська

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість вимірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
До 30	15	31	0,62	0,62
30-35	32,5	10	0,2	0,82
35-40	37,5	5	0,1	0,92
40-45	42,5	4	0,08	1

Значення середньої швидкості руху на вулиці Приходська:

$$\bar{V} = \frac{1147,5}{50} = 22,95 \text{ км/год.}$$

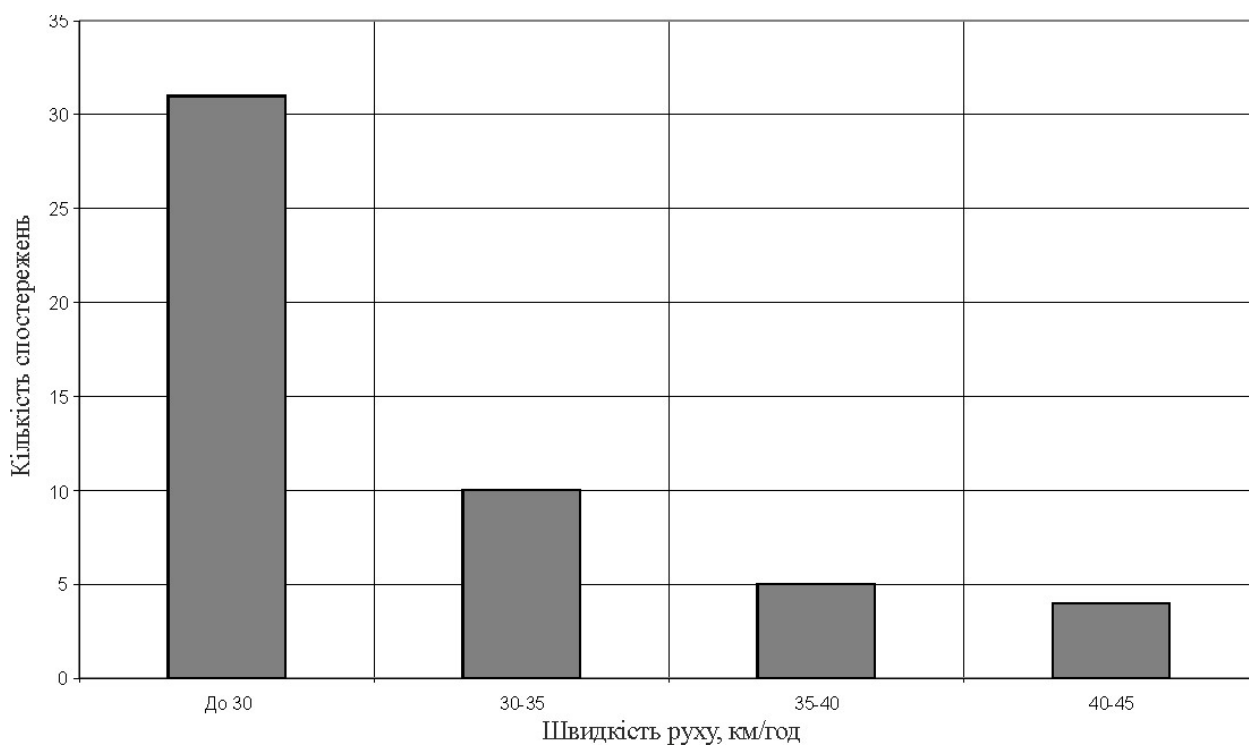


Рисунок 2.20 – Розподіл швидкостей руху на вулиці Приходська

Таблиця 2.6 – Розподіл швидкостей руху на вулиці Гоголя

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість ви- мірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
35-40	37,5	5	0,1	0,1
40-45	42,5	8	0,16	0,26
45-50	47,5	14	0,28	0,54
50-55	52,5	12	0,24	0,78
55-60	57,5	5	0,1	0,88
60-65	62,5	4	0,08	0,96
35-40	37,5	5	0,1	0,1
65-70	67,5	2	0,04	1

Значення середньої швидкості руху на вулиці Гоголя:

$$\bar{V} = \frac{2495}{50} = 49,9 \text{ км/год.}$$

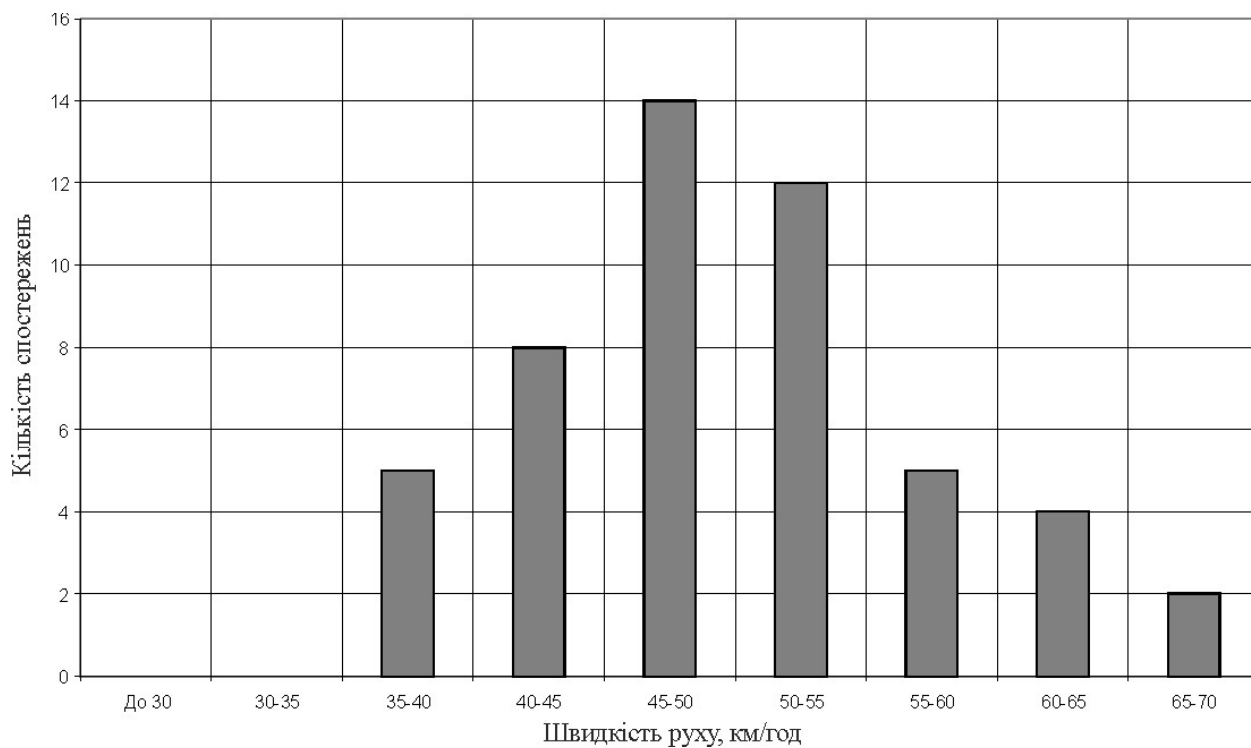


Рисунок 2.21 – Розподіл швидкостей руху на вулиці Гоголя

Таблиця 2.7 – Розподіл швидкостей руху на вулиці Семафорна

Інтервал швидкостей	Середина інтервалу V_i	Кількість ви-мірювань в групі m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
До 30	15	8	0,16	0,16
30-35	32,5	12	0,24	0,4
35-40	37,5	26	0,52	0,92
40-45	42,5	4	0,08	1

Значення середньої швидкості руху на вулиці Семафорна:

$$\bar{V} = \frac{1655}{50} = 33,1 \text{ км/год.}$$

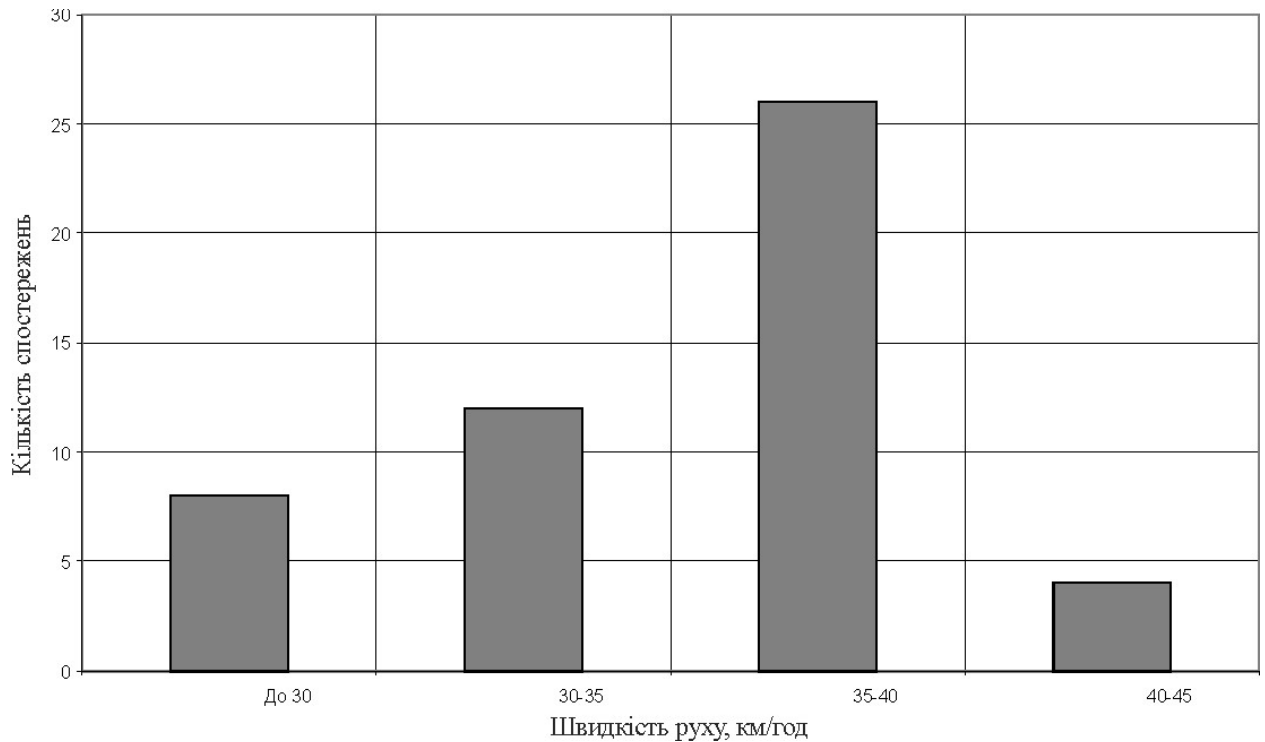


Рисунок 2.22 – Розподіл швидкостей руху на вулиці Семафорна

2.1.2.3 Аналіз існуючої схеми організації дорожнього руху

На маршруті, яким відводиться транспортний потік наявні наступні перехрестя:

- просп. Соборний – вул. Приходська;
- вул. Гоголя – вул. Приходська;
- вул. Гоголя – вул. Семафорна;
- вул. Українська – вул. Семафорна.

Перше, третє та четверте перехрестя є не регульованими з пріоритетом руху. Головні напрямки руху – проспектом Соборним та вулицями Українська та Гоголя, другорядний – вулицями Приходська та Семафорна.

На перехресті вул. Гоголя – вул. Приходська наявний світлофорний об'єкт і перехрестя є регульованим за стандартною двофазною схемою. Тривалість циклу регулювання складає 38 с.

Існуючі схеми організації руху на цих перехрестях наведені на рисунках 2.23 – 2.26.

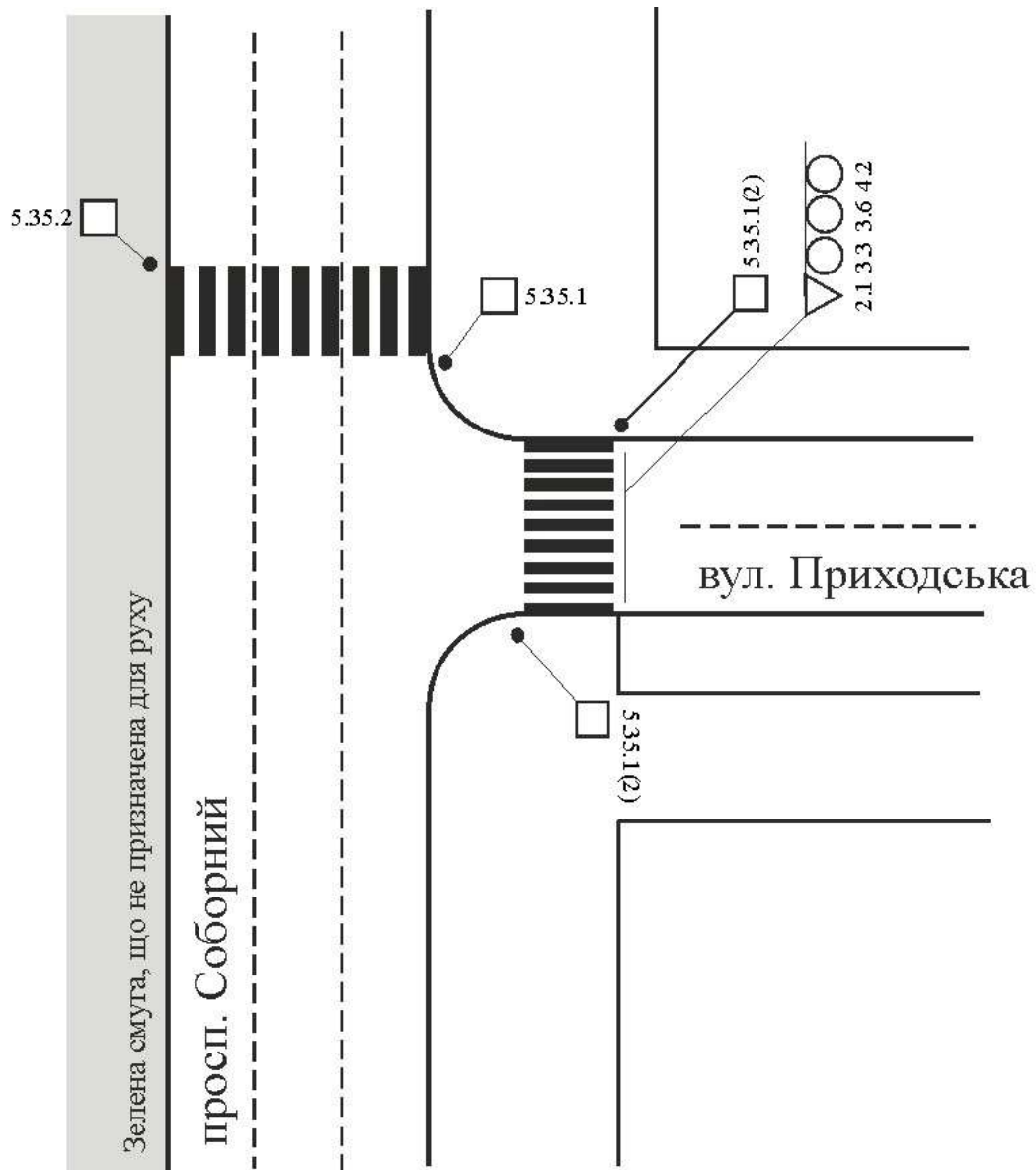


Рисунок 2.23 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Приходською

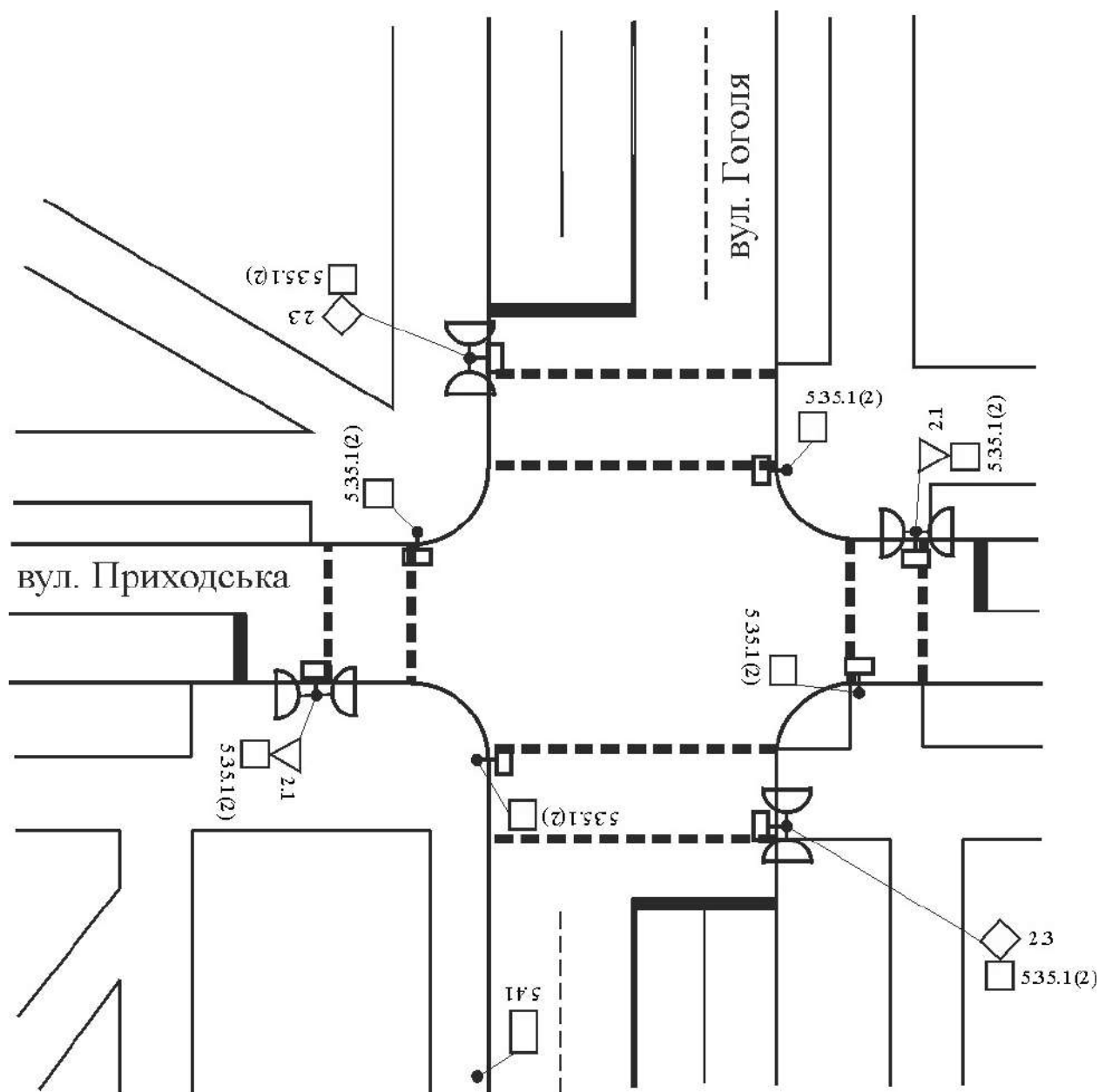


Рисунок 2.24 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Гоголя та Приходської

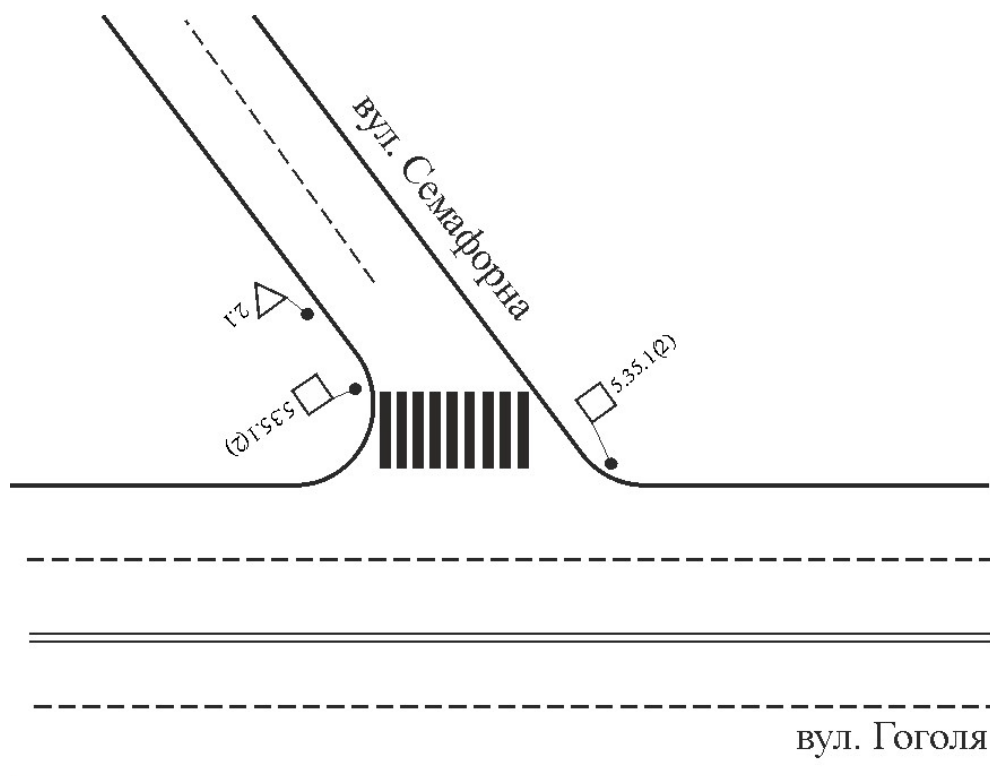


Рисунок 2.25 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Гоголя та Семафорної

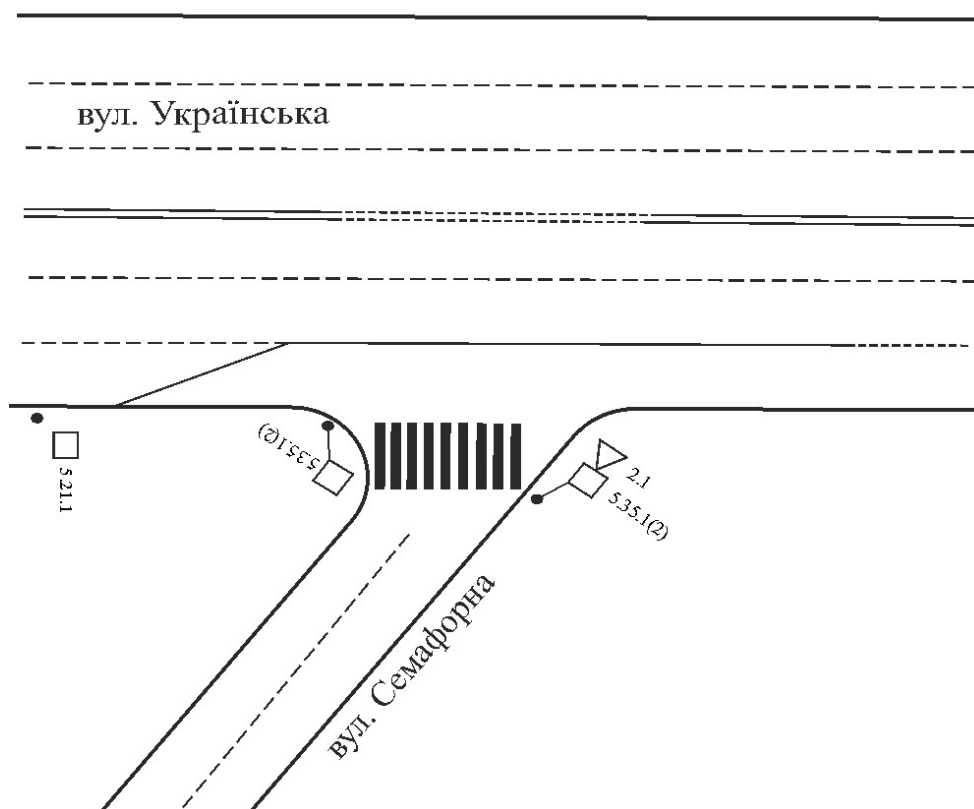


Рисунок 2.26 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Української та Семафорної

2.1.2.4 Визначення пропускних спроможностей ділянок на трьох вулицях

Для перевірки можливості реалізації відведення транспорту потрібно розрахунковим чином перевірити достатність існуючих пропускних спроможностей зазначених вулиць для пропуску сумарного об'єму транспорту, тобто існуючого разом із об'ємом відведення. Фактична інтенсивність потоку транспорту, який необхідно відвести, складає 201 од/год.

Розрахунок пропускних спроможностей виконується за аналогічною методикою, яка вже розглядалась вище.

В таблицю 2.8 зведені виконані розрахунки пропускних спроможностей трьох вулиць разом із очікуваним обсягом руху.

Таблиця 2.8 – Підтвердження можливості реалізації відведення транспорту

Вулиця	Пропускна спроможність, авт/год	Приведена інтенсивність руху, од/год	Висновок
Приходська	959	232	достатньо
Гоголя	1785	371	достатньо
Семафорна	1113	263	достатньо

Дані таблиці 2.8 свідчать про те, що відведення транспорту за зазначеним вище маршрутом можливе й не повинно критично вплинути на умови руху на цих трьох вулицях.

2.1.2.5 Перевірка необхідності зміни параметрів регулювання на перехресті вулиць Гоголя та Приходської

На рисунках 2.27, 2.28 показані значення приведених інтенсивностей руху на зазначеному перехресті після реалізації відведення транспорту.

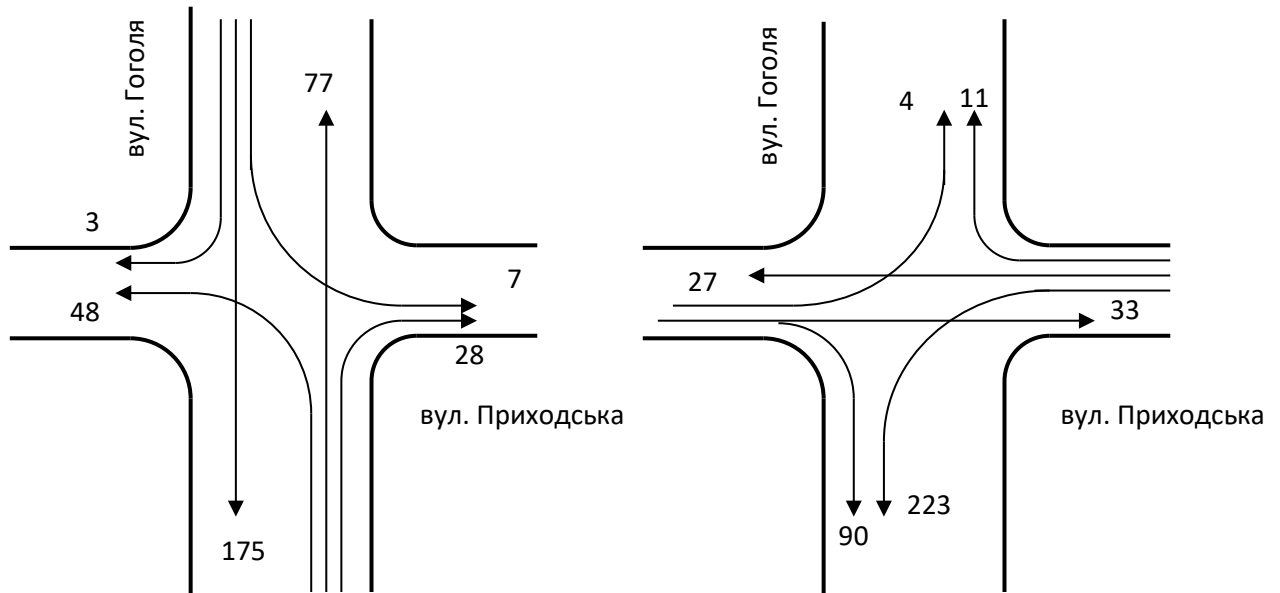


Рисунок 2.27 – Нові інтенсивності руху на перехресті 8:00 - 9:00

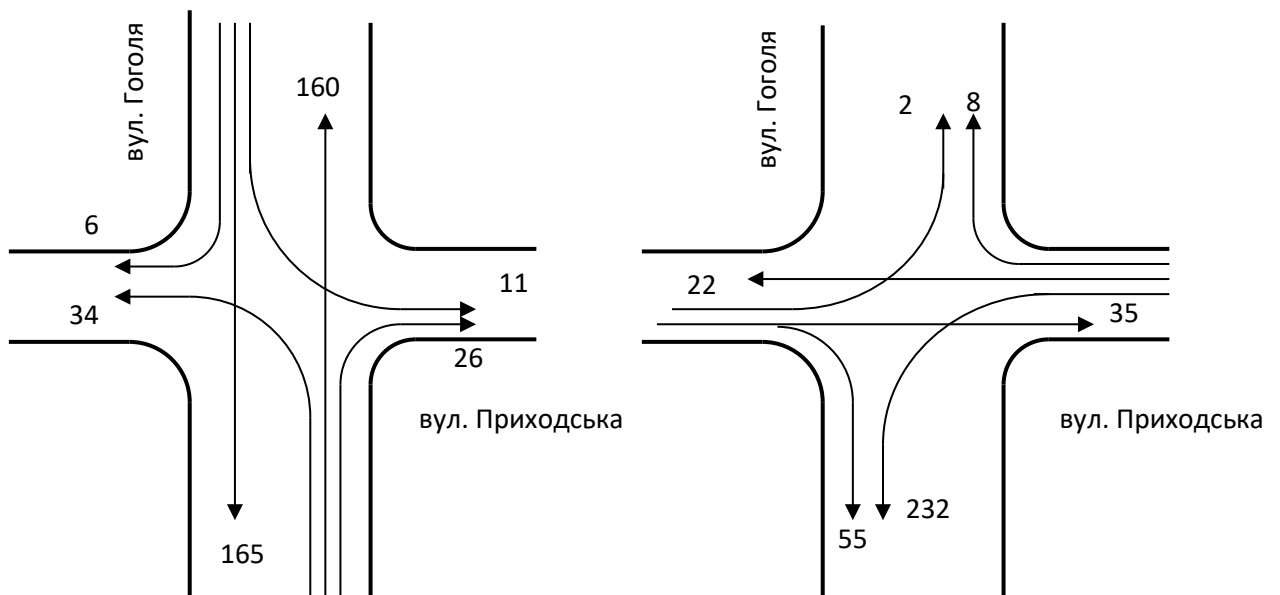


Рисунок 2.28 – Нові інтенсивності руху на перехресті 17:00 - 18:00

Відповідно до рисунків 2.27, 2.28 світлофорне регулювання на перехресті є необхідним. Рух на перехресті можливо залишити організованим за стандартною двофазною схемою.

Розрахунок режимів світлофорного регулювання також виконуємо аналогічно за вже розглянутий вище й із застосуванням спеціального програмного забезпечення. Результат розрахунку наведений в таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Режими роботи світлофорів на перехресті вулиць Гоголя та Приходської

Довжина, с		
перехідний інтервал	фази 1 – 2	7
	фази 2 – 1	8
Загальна тривалість циклу регулювання – 38 с		
основний такт	1	13
	2	10

Як бачимо, отримані дані повністю відповідають існуючим режимам регулювання руху на перехресті. Тому ні в регулювання ні в організацію руху на зазначених вище перехрестях ніяких змін вносити не треба.

2.1.2.6 Організація руху пасажирського автобусного транспорту в умовах відведення

У складі транспортних потоків, що відводяться від перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською, є автобуси чотирьох маршрутів. Рухомий склад, який обслуговує ці маршрути, складається із автобусів моделей Mercedes Sprinter та WV LT. Це автобуси пасажиромісткістю до 20 осіб.

На маршруті відведення потрібно організувати дві зупинки, щоб кількість зупинок на автобусних маршрутах не змінювалася.

Перша зупинка передбачається безпосередньо за перехрестям вулиць Гоголя і Приходської. Там вже існує добре обладнаний зупиночний пункт, який повністю відповідає сучасним нормативним вимогам (див. рис. 2.29).



Рисунок 2.29 – Зупиночний пункт № 1

Другу автобусну зупинку передбачається обладнати за перехрестям між вулицями Семафорна і Гоголя.

2.2 Зміни в організації руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською

Відведення частки транспортних потоків від перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською суттєво вплине на інтенсивності руху відповідних напрямків. Очікувані інтенсивності наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Очікувані інтенсивності транспортних потоків на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською

Напрямок	8:00-9:00	13:00-14:00	17:00-18:00	Разом
1	586	608	814	2008
2	68	80	48	196
3	1229	1388	1278	3895
5	137	103	112	352
6	623	590	814	2027
8	103	102	95	300
9	696	631	771	2098
10	1262	1291	1382	3935
11	57	132	132	321
Всього	4761	4925	5446	15132

Напрямки руху, вказані в таблиці 2.10, відповідають рисунку 1.5.

Проаналізувавши очікувані інтенсивності, пропонується схему фазового роз'їзду на перехресті залишити практично незмінною, тому що вона цілком відповідає існуючим режимам руху. З неї будуть виключені напрямки потоків, що були відведені.

Необхідно виконати розрахунок параметрів роботи світлофорного об'єкту в нових умовах за методикою, що викладена раніше.

В таблиці 2.11 наведена матриця конфліктних напрямів.

Таблиця 2.11 – Матриця конфліктних напрямів

Напрямок	1	2	3	4	6
1	X	0.00	29.50	-20.56	-20.56
2	0.00	X	-20.56	29.50	0.00
3	-20.56	38.50	X	0.00	-19.80
4	34.50	-20.56	0.00	X	34.50
6	-36.00	0.00	-36.00	-36.00	X

Результати розрахунку режимів роботи світлофорів в після відведення частки транспортних потоків від перехрестя наведені у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Результат розрахунку елементів циклу світлофорного регулювання на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською

Довжина, с		
перехідний інтервал	фази 1 – 2	8
	фази 2 – 3	9
	фази 3 – 1	9
Цикл регулювання – 81 с		
основний такт	1	22
	2	19
	3	14

На рисунку 2.30 представлена нова циклограма роботи світлофорів на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською після реалізації відведення частки транспортних потоків від перехрестя.

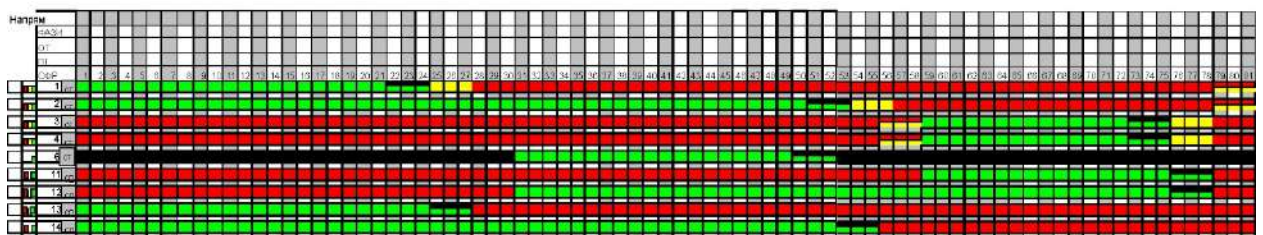


Рисунок 2.30 – Нова циклограма роботи світлофорів на перехресті

На рисунку 2.31 представлена нова схема організації руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською після реалізації відведення частки транспортних потоків від перехрестя.

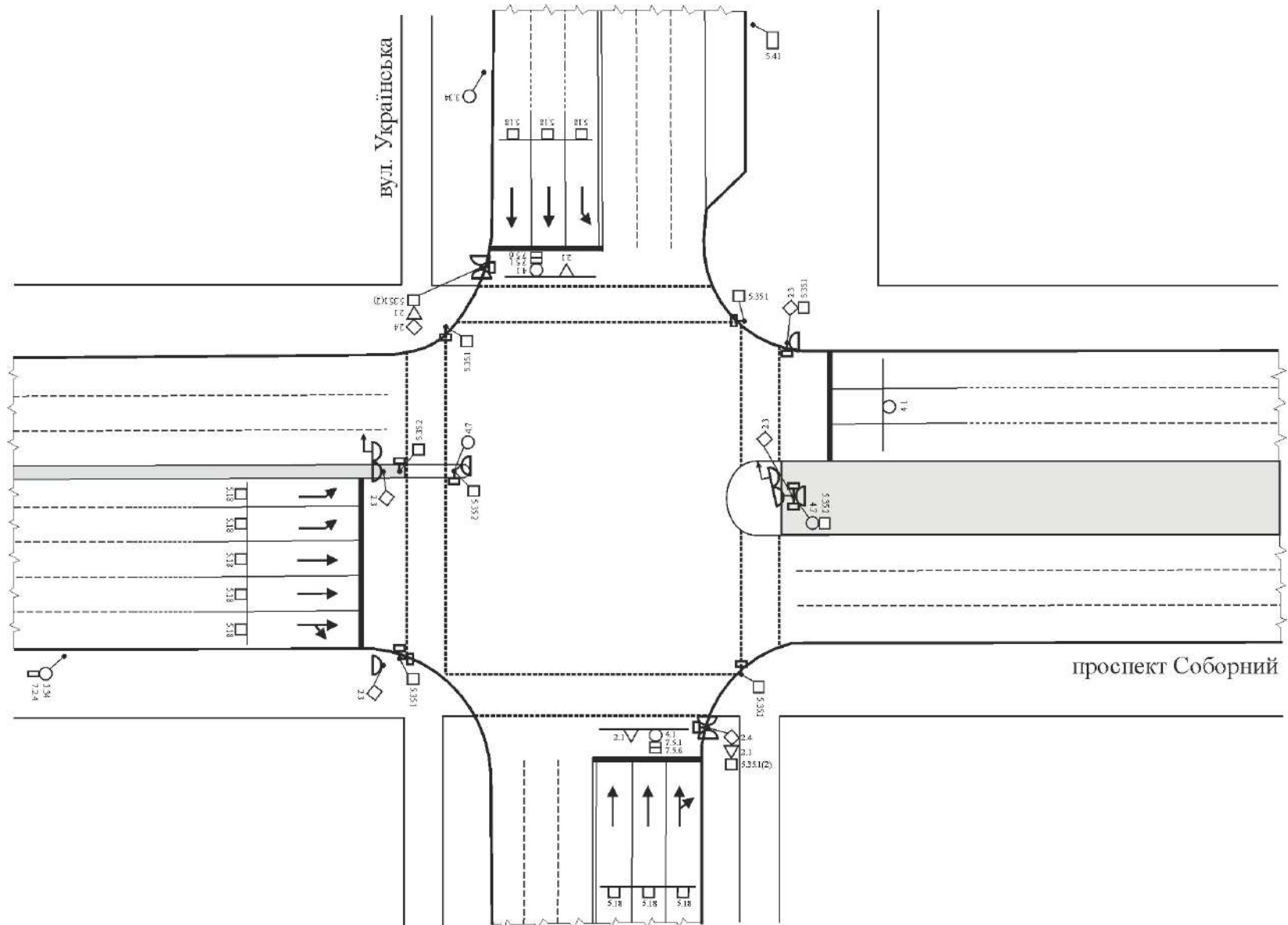


Рисунок 2.31 – Нова схема організації руху автомобільного транспорту на перехресті

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Відведення частки транспортних потоків від перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською призведе до зменшення затримок транспорту. Це буде мати певні економічні наслідки.

Розмір інвестицій для реалізації відведення частки транспортних потоків від перехрестя складається з наступних елементів:

$$I = I_{зн} + I_z + I_{пч} \quad , \quad (3.1)$$

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

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

$I_{пч}$ – необхідний розмір інвестицій для розширення проїжджої частини, грн.

Необхідний розмір інвестицій на придбання та встановлення нових дорожніх знаків:

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

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

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

Фактичний розмір витрат на встановлення усіх дорожніх:

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

де $C_{Iзн}$ – фактична вартість робіт зі встановлення одного дорожнього знаку із застосуванням стойки враховуючи й монтажні матеріали (приймаємо $C_{Iзн} = 462$ грн.);
 $n_{зн}$ – фактична кількість усіх знаків, які планується встановити для організації дорожнього руху.

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

Таблиця 3.1 - Дорожні знаки, які планується встановити

№ знаку	Показники		
	Кількість дорожніх знаків	Ціна за один дорожній знак, грн	Загальна вартість, грн
2.1	1	1160	1160
4.1	1	1217	1217
5.18	3	1720	5160
5.21.1	1	1720	1720
5.35	20	1217	24340
Разом	26		33597

$$C_{вст.зн} = 462 \cdot 26 = 12012 \text{ грн.}$$

Необхідний розмір інвестицій на дорожні знаки:

$$I_{зн} = 33597 + 12012 = 45609 \text{ грн.}$$

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

Згідно рекомендацій [6] площа спорудження одного зупиночного пункту при експлуатації мікроавтобусів становить 75 м². Передбачається обладнати два такі пункти.

$$I_z = 75 \cdot 3328 \cdot 2 = 499200 \text{ грн.}$$

Для відведення частки транспортного потоку передбачається розширення проїжджої частини вулиць Гоголя та Першотравневої на протязі 560 м з 7,5 до 11 м. За таких умов загальна площа розширення становитиме:

$$S = 560 \cdot (11 - 7,5) = 1960 \text{ м}^2.$$

Необхідний розмір інвестицій для розширення проїжджої частини:

$$I_{нч} = 1960 \cdot 3328 = 6522880 \text{ грн.}$$

Необхідний розмір загальних інвестицій для організації відведення частки транспортних потоків від перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською:

$$I = 45609 + 499200 + 6522880 = 7067689 \text{ грн.}$$

Організація руху потребує певних експлуатаційних витрат на утримання та ремонт дорожніх знаків, автобусних зупиночних пунктів та їх амортизацію [9]:

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

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

Розмір витрат на ремонт та утримання дороги та обладнання розраховується для всіх складових, грн [9]:

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

де n_p – нормативний розмір відрхувань на ремонт та утримання дороги та обладнання, % (відповідно до [9] $n_p = 5$ %).

$$C_p = \frac{7067689 \cdot 5}{100} = 353385 \text{ грн.}$$

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

$$C_a = \frac{(I_{zn} + I_z) \cdot n_a}{100}, \quad (3.6)$$

де n_a – нормативний розмір амортизаційних відрхувань дорожнього обладнання, % (відповідно до [9] $n_a = 24$ %).

$$C_a = \frac{(45609 + 499200) \cdot 24}{100} = 130755 \text{ грн.}$$

Розмір експлуатаційних витрат:

$$C_{експл} = 353385 + 130755 = 484140 \text{ грн.}$$

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

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

Таблиця 3.2 – Дорожня розмітка, яку планується нанести

№ розмітки	Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	Ціна нанесення одиниці розмітки, грн	Вартість, грн
1.1	м ²	8	304,93	2439
1.3	м ²	6,5		1982
1.5	м ²	9,5		2897
1.6	м ²	1,5		457
1.8	м ²	1		305
1.11	м ²	0,5		152
1.12	м ²	36		10977
1.14.1	м ²	68		20735
1.14.3	м ²	10,5		3202
1.18	м ²	15,5		4726
Разом		157		47874

Поточні витрати на утримання дорожнього обладнання:

$$C_{поточ} = 484140 + 47874 = 532014 \text{ грн.}$$

Економічну доцільність відведення частки транспортного потоку від перехрестя планується довести за рахунок зниження транспортних затрат [9]:

$$E = (C_{тр}^p - C_{тр}^{чр}) - C_{ном} \quad , \quad (3.7)$$

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

Розрахункове значення річних витрат від затримок транспорту можливо отримати за формулою [9]:

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

де S – розмір середньої вартості однієї машино-години транспортного засобу певного типу;
 Z – розмір фактичної затримки транспортних засобів певного типу за рік, год.

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

Таблиця 3.3 – Фактична вартість години затримки транспорту

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

Значення фактичних затримок транспорту різних типів зараз та після впровадження відведення частки транспортних потоків приведені в таблиці

3.4 наведені з поділом по перехрестях, які залучаються. Дані таблиці 3.4 отримані за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке використовувався також для визначення параметрів роботи світлофорів на регульованих перехрестях.

Таблиця 3.4 – Фактичні та очікувані затримки транспорту

№	Перехрестя	Загальні затримки транспорту, год	
		зараз	після реалізації
1	Соборний – Приходська	6456	10122
2	Гоголя – Приходська	5787	12032
3	Гоголя – Семафорна	3884	5488
4	Семафорна – Українська	6422	11298
5	Гоголя – Українська	28711	30896
6	Соборний – Першотравнева	7964	18063
7	Соборний – Українська	128447	83345
8	Всього	187671	171244

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

Таблиця 3.5 – Розподіл складу транспортного потоку

№	Тип транспортного засобу	Частка в транспортному потоці, %
1	легковий	80
2	вантажний	3
3	мікроавтобус	13
4	автобус	3
5	тролейбус	1

Склад транспортного потоку після відведення його частки суттєво змінитися не повинен, тому розрахунки затримок зараз і після відведення виконуються виходячи з однакового складу транспортних потоків.

Загальні затримки транспорту зараз становлять:

$$C_{mp}^p = (0,8 \cdot 233,72 + 0,03 \cdot 377,75 + 0,13 \cdot 454,36 + 0,03 \cdot 681,55 + 0,01 \cdot 681,55) \cdot 187671 = 53418167 \text{ грн.}$$

Загальні затримки транспорту після впровадження відведення транспорту становитимуть:

$$C_{mp}^{np} = (0,8 \cdot 233,72 + 0,03 \cdot 377,75 + 0,13 \cdot 454,36 + 0,03 \cdot 681,55 + 0,01 \cdot 681,55) \cdot 171244 = 48742430 \text{ грн.}$$

Розмір річної економії повинен скласти:

$$E = (53418167 - 48742430) - 532014 = 4143723 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності інвестицій потрібно виконати розрахунок розміру чистого дисконтованого прибутку [9]:

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

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

За умов очікуваного приросту інтенсивності руху кожного року, передбачаємо щорічне зменшення економії від підвищення безпеки руху на 5 %. За цієї умови розрахунки розміру чистого дисконтованого прибутку представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Елементи розрахунку розміру чистого дисконтованого прибутку

Рік t	Розмір економії, грн	Розмір інвестицій, грн	Дисконтний коефіцієнт	Розмір чистого дисконтованого прибутку
0	4143723	7067689	1	-2923966
1	3936536	-	0,8065	3174816
2	3739710	-	0,6504	2432307
3	3552724	-	0,5245	1863404
Разом				4546561

Незважаючи на відносно значний розмір інвестицій для реалізації відведення транспортного потоку від перехрестя проспекту Соборного з вулицею Українською, вони повертаються вже на другому році експлуатації. Отже, запропоновані заходи є дієвими та економічно виправданими.

Основні економічні показники зведені в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 - Економічні показники роботи

Показник	Значення	
	зараз	після заходів
1. Розмір інвестицій, грн.	-	7067689
2. Розмір затримок транспорту, год.	187671	171244
3. Розмір витрат від затримок транспорту, грн.	53418167	48742430
4. Розмір поточних витрат, грн.	-	532014

Кінець таблиці 3.7

Показник	Значення	
	зараз	після заходів
5. Розмір загальної економії від реалізації заходів відведення транспорту, грн.	-	4143723
6. Розмір чистого дисконтованого прибутку за три роки, грн.	-	4546561
7. Термін окупності інвестицій, років	-	2

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

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

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

- невідповідність сталої кімнатної температури нормальним умовам може викликати дискомфорт у дослідника.

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

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

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

ВИСНОВКИ

Завданням магістерської роботи передбачалося розробку заходів із зменшення затримок руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською. Для вирішення цього завдання були запропоновані наступні заходи:

- розроблено маршрути відведення правоповоротних транспортних потоків на підходах до перехрестя з боку вулиць Гоголя та Запорізької;
- запропоновано перенесення двох зупиночних пунктів маршрутного пасажирського транспорту для чотирьох автобусних маршрутів;
- перевірена можливість реалізації відведення частки транспортних потоків запропонованими маршрутами;
- розраховано розширення проїжджої частини на ділянці вулиць Гоголя та Першотравневої;
- реорганізовано рух на перехресті проспекту Соборного з вулицею Українською за умов відведення частки транспортних потоків.

Впровадження відведення транспорту дозволить збільшити пропускну спроможність перехрестя та зменшити рівень завантаження ділянки на означених підходах. Економічні розрахунки підтвердили можливість реалізації заходів по відведенню транспорту від перехрестя.

Завдяки відведенню транспорту відбудеться зменшення транспортних затримок на всій ділянці та витрат від них більш ніж на 4 млн. грн.

Незважаючи на відносно значний розмір інвестицій, які потрібні для реалізації відведення транспорту запропонованими маршрутами, ці інвестиції окуповуються вже на другий рік експлуатації ділянки. Розмір чистого дисконтованого прибутку в разі залучення коштів на три роки складає більше 4 млн. грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Запорізька міська рада. Офіційний сайт. URL: <https://zp.gov.ua/> (дата звернення: 09.09.2023).
2. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука, О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
3. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Споруди транспорту. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-197> (дата звернення: 16.09.2023).
4. Конвенція про дорожні знаки та сигнали. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_902#Text (дата звернення: 23.09.2023).
5. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебное пособие для ВУЗов / В.Ф. Бабков - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. - 288 с.
6. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов / М.С. Фишельсон – М.: Высшая школа, 1985. - 239 с.
7. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77079 (дата звернення: 03.10.2023).
8. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.
9. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.

ДОДАТОК А

Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання аварійних ситуації, досліднику необхідно знаходитися на безпечній відстані від дороги, що найменш 5м від краю проїжджої частини.

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

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

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

ДОДАТОК Б

Загальна гігієнічна оцінка умов праці

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

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

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

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

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

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

Таблиця В.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА ;
- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт ;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

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

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

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

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

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

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

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

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ДОДАТКУ Б

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

ДОДАТОК В
Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях
Заходи з пожежної безпеки

Комплекс протипожежних заходів для приміщення дослідницької лабораторії розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні дослідницької лабораторії згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» у приміщенні дослідницької лабораторії можлива пожежа класів – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих речовин), горіння паперу, деревини в результаті короткого замикання пошкоджених або перевантажених електроприладів, або електричних мереж;

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Г» з пожежної небезпеки негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо.

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії належить до категорії «Г» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

Згідно з наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 для визначених категорій у дослідницькій лабораторії повинні бути встановлені 2 переносні порошкові вогнегасники ВП-3.

Заходи з цивільного захисту

Організація навчання діям у надзвичайних ситуаціях покладається:

Працюючого та непрацюючого населення - на центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, які розробляють і затверджують відповідні організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до таких дій;

Дітей дошкільного віку, учнів та студентів - на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері освіти і науки, який розробляє та затверджує навчальні програми з вивчення заходів безпеки, способів захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних надзвичайними ситуаціями, з надання до медичної допомоги за погодженням з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Стандартами професійно-технічної та вищої освіти передбачається набуття знань у сфері цивільного захисту.

Порядок здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях встановлюється Кабінетом Міністрів України.

Громадські організації та позашкільні навчальні заклади здійснюють навчання діям у надзвичайних ситуаціях відповідно до своїх статутів.