

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

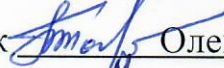
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПІДВИЩЕННЯ
БЕЗПЕКИ РУХУ НА АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ № 6 МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

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

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

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


Микита БІЛОУС
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник  Олександр ТАРАСЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Рецензент  Олександр АРТЮХ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології» _____

Сергій ТУРПАК

«10» травня 2023 року

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

БІЛОУСА Микити Станіславовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення організації перевезень та підвищення безпеки руху на автобусному маршруті № 6 міста Запоріжжя

керівник проекту (роботи) ТАРАСЕНКО Олександр Віталійович,

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

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

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 06.06.2023 р.

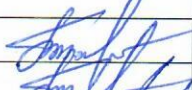
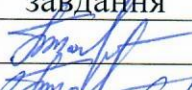
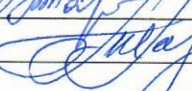
3. Вихідні дані до проекту (роботи) паспорт автобусного маршруту №6, існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі схеми організації дорожнього руху.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Віднесення правого повороту з боку вулиці Запорізької за межі перехрестя пр. Соборний – вул. Українська, 2.2 Дослідження існуючих характеристик транспортних потоків на ділянках відведення транспортного потоку, 2.3 Організація дорожнього руху після реалізації відведення частки транспортного потоку, 2.4 Зміни автобусного маршруту № 6 внаслідок відведення частки транспортного потоку, 3 Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)


(підпис)

Микита БІЛОУС
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олександр ТАРАСЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 46 стор., 13 табл., 12 рис., 8 використаних джерел.

АВТОБУСНИЙ МАРШРУТ, ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ, ЗАТРИМКИ РУХУ, ЗУПИНОЧНИЙ ПУНКТ, ОБСЯГИ РУХУ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ, СВІТЛОФОРНИЙ ОБЄ'КТ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК

Об'єкт дослідження – автобусний маршрут № 6 міста Запоріжжя.

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

Метод дослідження – аналітичний.

В дипломній роботі розглянутий автобусний маршрут № 6 міста Запоріжжя, визначені місця на маршруті, які є найбільш небезпечними.

Розглянуті питання організації дорожнього руху на перехресті пр. Соборний – вул. Українська, який зазначений в паспорті автобусного маршруту № 6, як місце концентрації дорожньо-транспортних пригод. Зібрані основні характеристики транспортних та пішохідних потоків на зазначеному перехресті.

Для зниження рівня небезпеки та зменшення транспортних затримок на перехресті пр. Соборний – вул. Українська запропоновано відведення частки транспортного потоку. Розроблений маршрут відведення, на протязі якого проаналізовані умови руху та запропоновані заходи з організації руху в нових умовах. Розглянуті умови виконання пасажирських перевезень на маршруті відведення.

Виконані економічні розрахунки для обґрунтування комплексу запропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальна характеристика автобусного маршруту № 6.....	8
1.2 Загальна характеристика перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української.....	10
1.3 Дослідження основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті пр. Соборний – вул. Українська.....	11
1.4 Загальна характеристика управління дорожнім рухом на перехресті пр. Соборний – вул. Українська.....	13
1.5 Визначення пропускної спроможності перехрестя пр. Соборний – вул. Українська.....	15
1.6 Постанова завдань на дипломну роботу.....	18
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	20
2.1 Віднесення правого повороту з боку вулиці Запорізької за межі перехрестя пр. Соборний – вул. Українська.....	20
2.2 Дослідження існуючих характеристик транспортних потоків на ділянках відведення транспортного потоку.....	21
2.3 Організація дорожнього руху після реалізації відведення частки транспортного потоку.....	22
2.3.1 Розрахунок пропускних спроможностей вулиць Приходської, Гоголя та Семафорної.....	22
2.3.2 Схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Гоголя та Приходська.....	27

2.3.3 Організація руху маршрутного пасажирського транспорту в нових умовах.....	33
2.4 Зміни автобусного маршруту № 6 внаслідок відведення частки транспортного потоку.....	37
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	39
Висновки.....	45
Перелік джерел посилання.....	46

ВСТУП

Якісна організація пасажирських перевезень передбачає підтримку постійно високий швидкостей сполучення на маршрутах громадського транспорту із одночасним забезпеченням високого рівня безпеки цих перевезень. І це завдання є доволі складним.

Міські пасажирські перевезення в населених пунктах виконуються вулично-дорожньою мережею, характеристики якої доволі часто не відповідають обсягам руху транспортних потоків та швидкостям сучасних транспортних засобів. в таких умовах забезпечити якість перевезень стає ще складнішим. І саме в таких умовах питання організації самого дорожнього руху для забезпечення безпеки перевезень виходять на перший план.

Маршрути руху громадського транспорту проходять звичайними вулицями населених пунктів, де в силу багатьох причин може не бути можливості для надання певних пріоритетів для руху пасажирського транспорту. Автобуси вимушені рухатись в загальному транспортному потоці, відчувати його вплив на режими руху й впливати на нього. Останнє стосується, в першу чергу, автобусів великою місткістю. Хоча постійні прискорення-уповільнення перед та після кожної зупинки будуть мати місце незалежно від типу пасажирського рухомого складу.

Тому заходи з поліпшення організації дорожнього руху на маршрутах слідування громадського транспорту є доволі вагомим інструментом для забезпечення безпеки пасажирських перевезень загалом. Саме таким питанням на прикладі автобусного маршруту № 6 міста Запоріжжя й присвячена ця дипломна робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика автобусного маршруту № 6

Автобусний маршрут № 6 «вул. Авраменка – бібліотека ім. Горького» є регулярним маршрутом міського сполучення, який працює у звичайному режимі та в режимі маршрутного таксі. Схема маршруту наведена на рисунку 1.1.

Перевезення пасажирів маршрутом № 6 здійснюється автобусами категорії М2, класу А з загальною пасажиромісткістю до 22 місць, призначених для перевезення сидячих та стоячих пасажирів. Також в режимі маршрутного таксі можуть використовуватись автобуси класу В загальною пасажиромісткістю до 22 місць за умови перевезень тільки сидячих пасажирів [1].

Автобусний маршрут № 6 є постійним та щоденним. Початок роботи – 5:58, закінчення роботи – 23:35 [1].

У таблицях 1.1, 1.2 наведені загальні характеристики автобусного маршруту № 6.

Таблиця 1.1 – Загальні показники автобусного маршруту № 6 [1]

№	Найменування показників	Кількісні показники	
		прямий напрямок	зворотній напрямок
1	Довжина маршруту, км	9,3	8,3
2	Тривалість рейсу:		
	- звичайний режим руху, хв.	37	34
	- режим маршрутного таксі, хв.	27	25
3	Зупинки тарифні, кількість	11	10

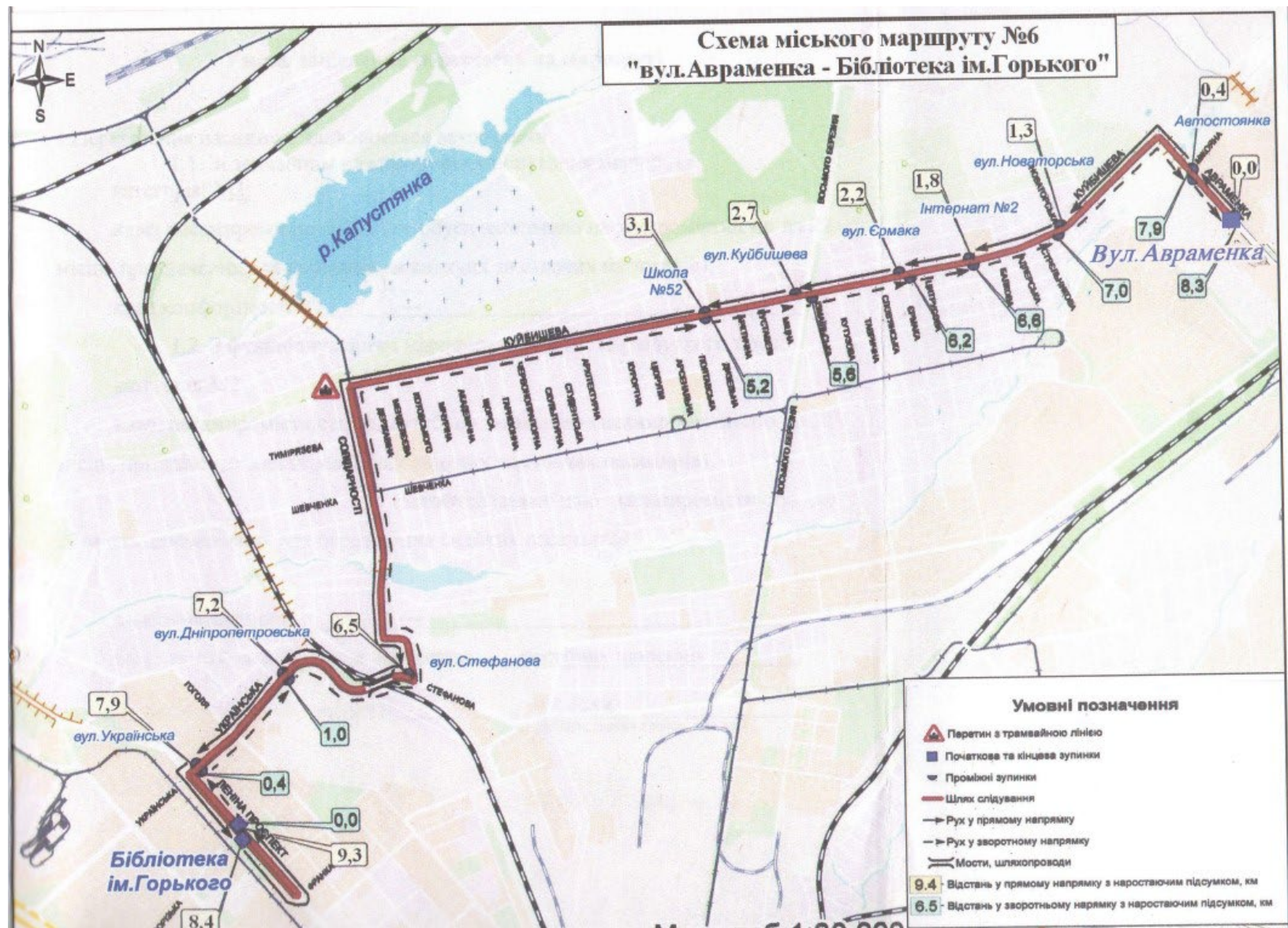


Рисунок 1.1 – Схема міського маршруту № 6 [1]

Таблиця 1.2 – Небезпечні ділянки на автобусному маршруті № 6 [1]

№	Небезпечні ділянки	Місця розташування
1	Перетинання з трамвайними коліями	- вул. Куйбишева – вул. Солідарності - вул. Солідарності – вул. Шевченка
2	Концентрація ДТП	пр. Соборний – вул. Українська

Як бачимо із таблиці 1.2, найбільша небезпека на маршруті сконцентрована на перехресті проспекту Соборного та вулиці Української. Тому далі приділимо особливої уваги саме цьому перехрестю.

1.2 Загальна характеристика перехрестя проспекту Соборного та вулиці Української

Перехрестя пр. Соборний – вул. Українська є одним з найнапруженіших перехресть міста Запоріжжя. Обидві вулиці є магістральними вулицями міського значення. Проспект Соборний фактично зв'язує між собою житлові райони і є центральною вулицею міста. Вулиця Українська є зв'язуючою магістраллю між Шевченківським районом та центром міста Запоріжжя. Крім цього вона використовується для часткового пропуску транзитного транспортного потоку, що рухається з Донецького напрямку на інший берег ріки Дніпро. Розташування перехрестя на мапі міста Запоріжжя наведено на рисунку 1.2

Щодо видів руху на ділянці, то проспектом заборонений рух вантажного транспорту та мотоциклів. На вулиці Українська обмежень за видами транспорту немає. Перехрестям рухається приватний, службовий, вантажний транспорт (тільки вулицею Українська), а також міський пасажирський транспорт, зокрема автобуси та мікроавтобуси.

Дорожнє покриття знаходиться в задовільному стані. Тротуари в районі перехрестя під час спостереження наявні також в задовільному стані.

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

1.3 Дослідження основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті пр. Соборний – вул. Українська

З метою отримання основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті пр. Соборний – вул. Українська було проведене дослідження, в ході якого була підрахована інтенсивність в часи пік (з 8:00 до 9:00 та з 17:00 до 18:00) та в межпікові години (з 13:00 до 14:00). Інтенсивність транспортних потоків досліджувалася за 11 напрямками руху. Фіксація транспортних засобів відбувалася за їх типами. Отримані дані були приведені до умовного легкового автомобіля й позначені на рисунку 1.3.

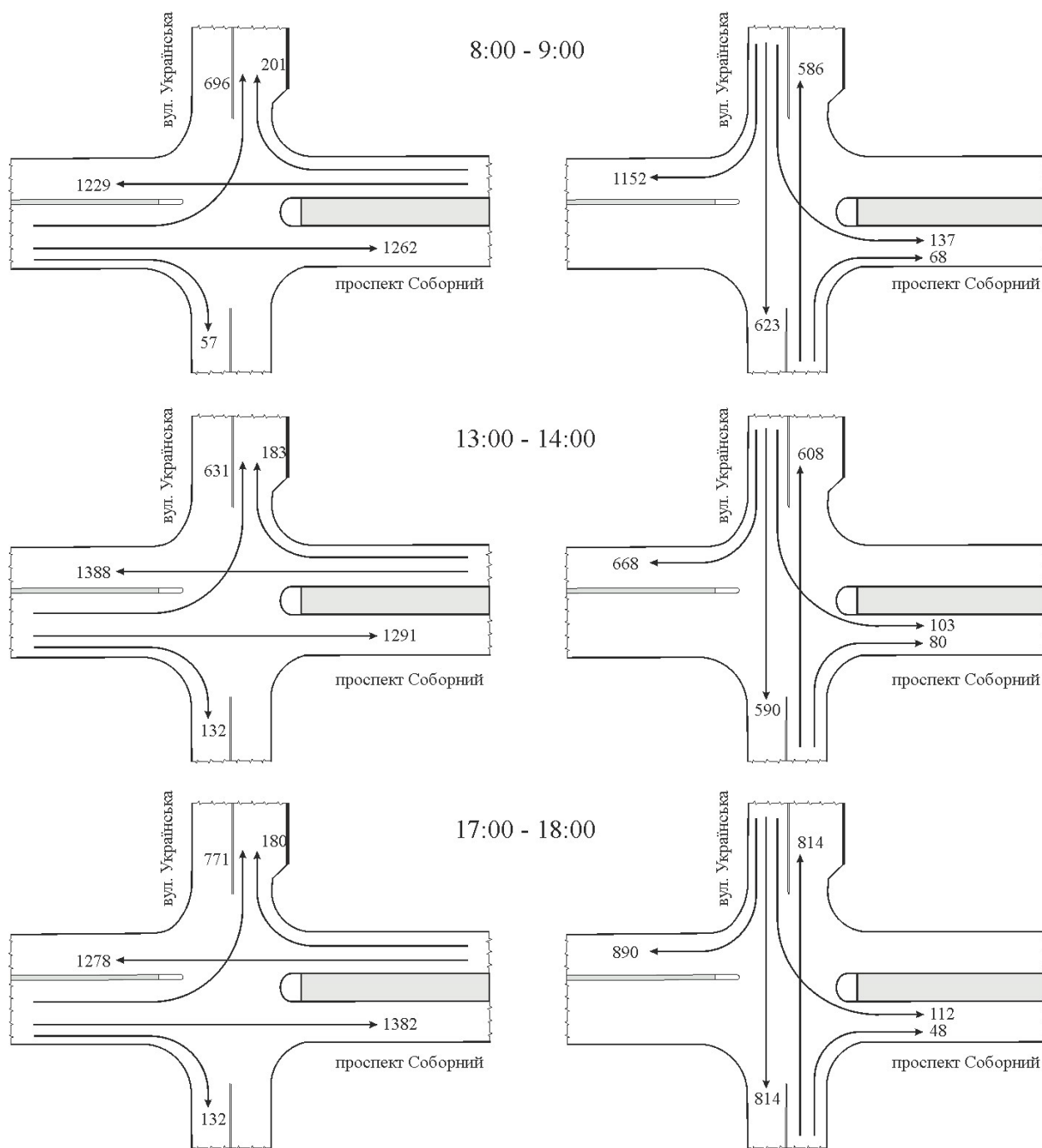


Рисунок 1.3 – Приведені інтенсивності руху транспортних потоків на перехресті

Отримані значення інтенсивності руху підтверджують, що це перехрестя є одним з найнапруженіших перехресть міста. У вечірні пікові години приведена інтенсивність руху сягає 6500 одиниць за годину. Крім цього, слід відмітити завантаження перехрестя не тільки в пікові години, але й на протязі

всього світлого часу доби.

Аналіз складу транспортного потоку свідчить про те, що у транспортному потоці переважають легкові автомобілі на протязі всього часу доби. Їх частка становить 80 % від загальної кількості автомобілів.

Слід відмітити значну інтенсивність пішохідного руху на перехресті. Особливо це стосується пішохідного переходу через вулицю Українська з боку підходу від вулиці Гоголя. Інтенсивність пішохідного руху цим переходом складає більше 1500 чоловік за годину (у вечірній пік). Близько 1150 чоловік перетинають проспект Соборний з боку площі Пушкіна.

Такі значні інтенсивності пішохідних потоків впливають на тривалість виконання правих поворотів транспортними засобами, що рухаються в одній фазі регулювання з пішоходами, що розглядаються.

1.4 Загальна характеристика управління дорожнім рухом на перехресті пр. Соборний – вул. Українська

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

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

Перехрестя пр. Соборний – вул. Українська регулюється за трьохфазною схемою.

Крім світлофорів на перехресті наявні дорожні знаки та дорожня розмітка. Схема перехрестя з наявними засобами організації руху наведена на рисунку 1.4.

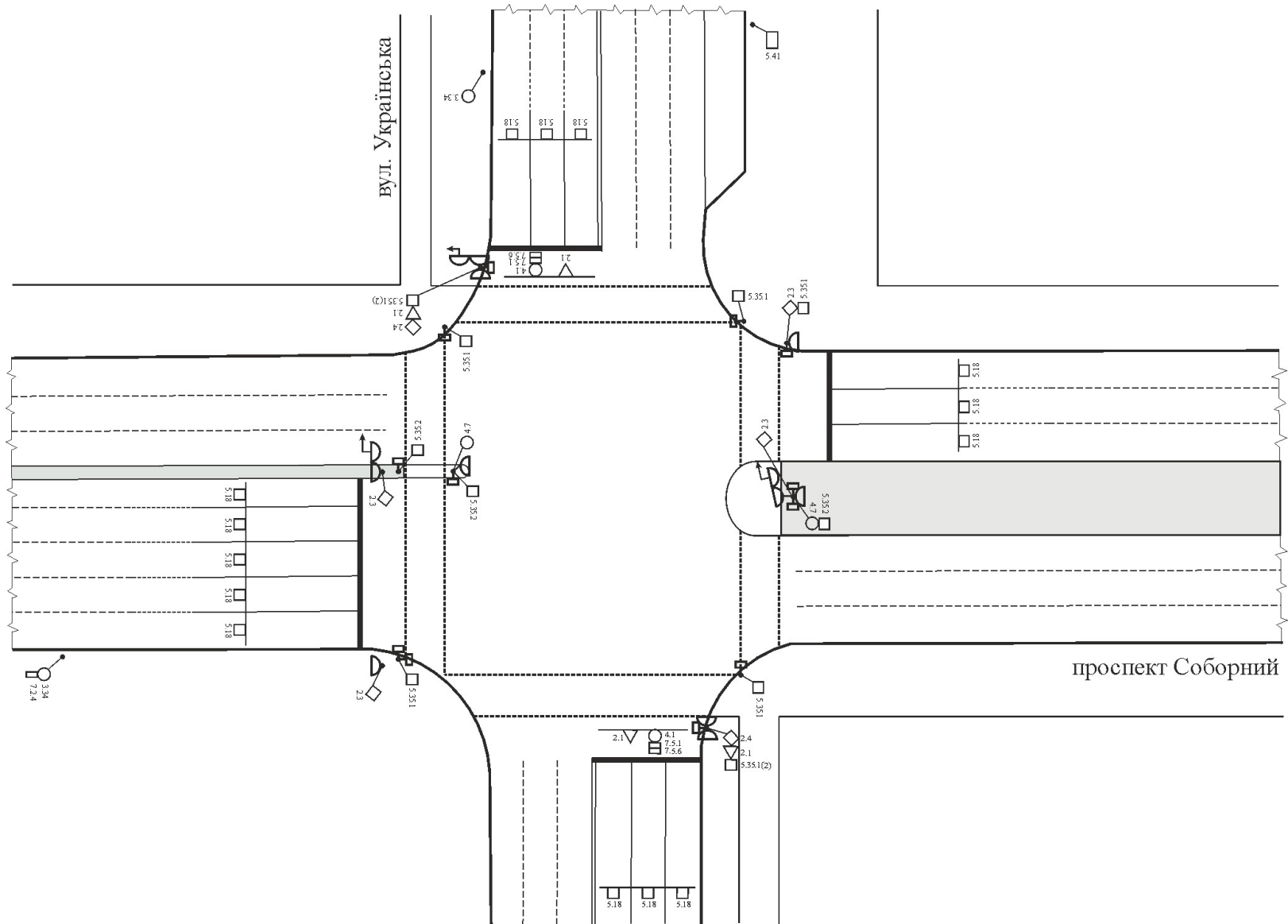


Рисунок 1.4 – Схема організації дорожнього руху на перехресті пр. Соборний – вул. Українська

1.5 Визначення пропускної спроможності перехрестя пр. Соборний – вул. Українська

Завантаження перехрестя оцінюватимемо, аналізуючи інтенсивність руху в часи пік і пропускну спроможність перехрестя.

Пропускную спроможність однієї смуги на «Стоп» лінії регульованого перехрестя можливо розрахувати за формулою [2]:

$$N_n = \frac{3600(t_3 - t_a)}{t_{II} T_{II}} \quad (1.1)$$

де t_3 – довжина фази світлофора, яка відповідає дозволяючому сигналу, с;
 T_{II} – довжина всього циклу регулювання на перехресті, с;
 t_a – час від ввімкнення дозволяючого сигналу світлофора до моменту перетину «Стоп» лінії першим автомобілем в потоці, с;
 t_{II} – величина середнього інтервалу проходження автомобілів через «Стоп» лінію, с.

Згідно [2], приймаємо t_a у межах 1-3 с, t_{II} складає 2-3 секунди для легкових автомобілів, 3-5 секунд – для вантажних автомобілів. Приймаємо $t_{II} = 3$ с за умов змішаного транспортного потоку [2].

Під час спостереження характеристик дорожнього руху на перехресті були виділено 11 основних напрямків руху транспортних потоків на перехресті (див. рис. 1.5). Згідно цих напрямів й виконаємо розрахунок пропускних спроможностей перехрестя.

Напрямок 1 та 2. Смуги I-III:

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

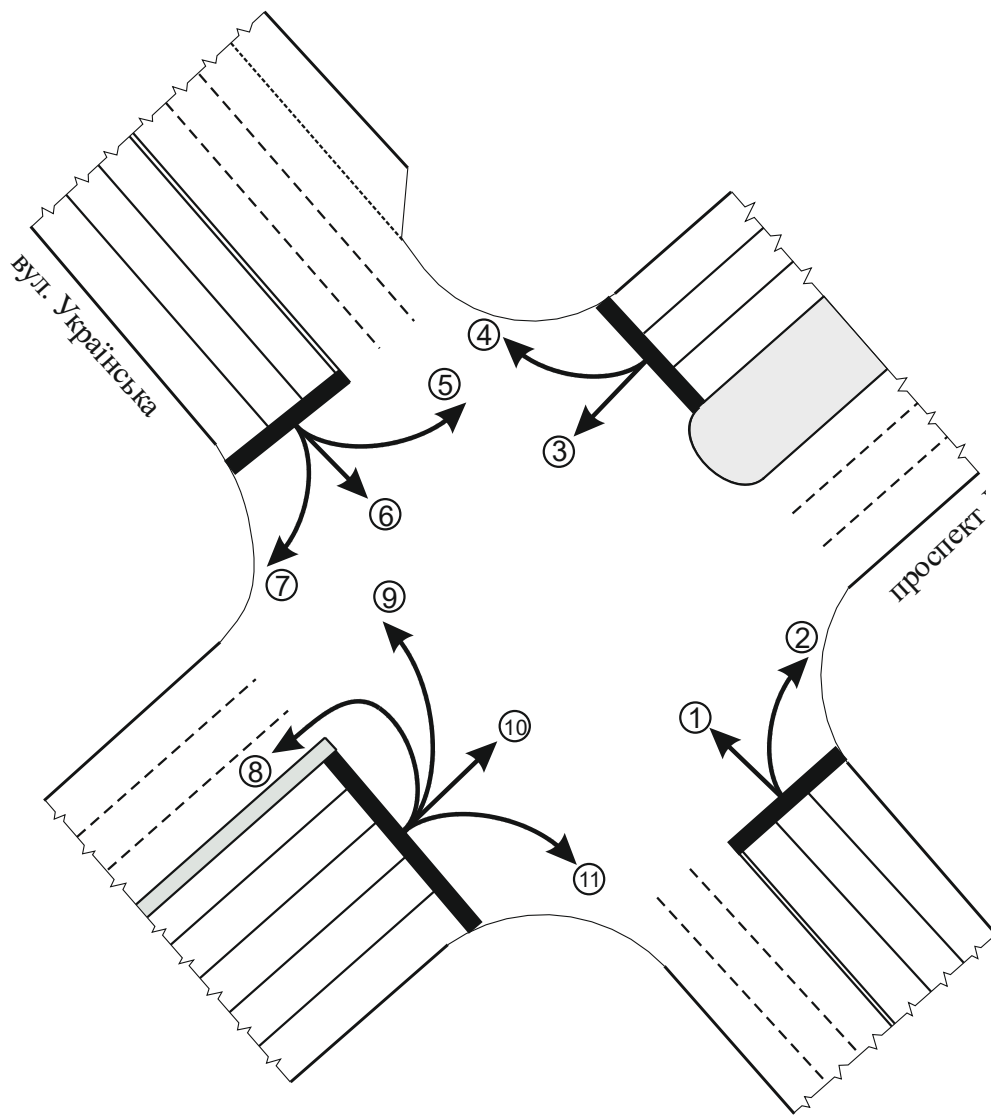


Рисунок 1.5 – Напрямки руху на перехресті пр Соборний – вул. Українська

Напрям 3 та 4. Смуги I-III:

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

Напрям 5 та 6. Смуги II і III:

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

Напрям 7. Смуга I:

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

Напрям 8 та 9. Смути IV-V:

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

Напрям 10 та 11. Смути I-III:

$$N_n = \frac{3600(47-1)}{3 \cdot 81} = 682 \text{ авт/год.}$$

Для порівняння отриманих пропускних спроможностей з існуючими інтенсивностями руху дані зведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняння пропускних спроможностей з інтенсивностями руху на перехресті

Напрям	Смуга	Пропускна спроможність, авт/год	Приведена інтенсивність руху, од/год	Висновок
1-2	I	178	188	недостатньо
	II	178	250	недостатньо
	III	178	250	недостатньо
3-4	I	267	271	недостатньо
	II	267	650	недостатньо
	III	267	650	недостатньо
5-6	II	178	550	недостатньо
	III	178	143	достатньо
7	I	622	668	недостатньо
8-9	IV	267	331	недостатньо
	V	267	402	недостатньо
10-11	I	682	323	достатньо
	II	682	550	достатньо
	III	682	550	достатньо

Аналіз таблиці 1.3 показує, що існуючої пропускної спроможності достатньо для пропуску існуючих транспортних потоків тільки в одному з підходів до перехрестя – з боку площі Пушкіна.

1.6 Постанова завдань на дипломну роботу

Перехрестя пр. Соборний – вул. Українська на маршруті руху автобусу № 6 є найбільш небезпечним. Проаналізувавши схему організації дорожнього руху на цьому перехресті та оцінивши існуючий рівень безпеки транспортного та пішохідного руху, можливо виділити наступні недоліки:

- 1) щільні транспортні потоки та затримки руху у пікові години доби, а з боку підходу від вулиці Запорізької практично постійною є наявність черги автомобілів перед перехрестям;
- 2) невідповідність пропускної спроможності перехрестя існуючому обсягу руху.

Проблему затримок руху та недостатньої пропускної спроможності можливо вирішувати реконструкцією перехрестя або відведенням частки транспортних потоків.

Перехрестя пр. Соборний – вул. Українська, як вже зазначалося вище, розташовано в центрі міста. У безпосередній близькості до перехрестя з усіх боків наявна багатоповерхова забудова. В цих умовах реконструкція (розширення) проїжджої частини перехрестя неможливе без знесення забудови, а відповідно без значних капітальних вкладень. На теперішній час економічний стан міста Запоріжжя не дозволяє реалізовувати подібні проєкти.

Більш привабливим і практичним є відведення частки транспортного потоку з перехрестя.

Після ретельного аналізу режимів руху, характеристик транспортних та пішохідних потоків пропонується відведення правоповоротного потоку з боку

вулиці Запорізької за межі перехрестя, тобто буде змінена траєкторія автобусного маршруту № 6.

Таке рішення дозволить уникнути самого небезпечного місця на маршруті руху, а також для самого перехрестя дозволить звільнити праву смугу руху на цьому підході і задіяти її для руху в прямому напрямку для підвищення пропускної спроможності перехрестя та скорочення затримок руху на ньому.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Віднесення правого повороту з боку вулиці Запорізької за межі перехрестя пр. Соборний – вул. Українська

Найбільш гострою проблемою перехрестя пр. Соборний – вул. Українська є постійні затори транспортних потоків на проспекті з боку вулиці Запорізької. Основна причина цих заторів – вимушене очікування пропуску зустрічних конфліктуючих потоків, що рухаються до Шевченківського району міста.

З цього боку перехрестя на підході має три смуги руху. Однак спостереження показали, що використовуються вони далеко не повністю. Це стосується правої смуги. На цій смузі дозволеними напрямками руху є рух прямо й праворуч. Треба відмітити, що рух прямо з цієї смуги досить проблематичний.

При виконанні маневру праворуч автомобілі вимушені пропускати пішоходів, які переходять вулицю Українську на зелений сигнал світлофору. Цей пішохідний перехід є самим найінтенсивнішим на перехресті. І, якщо праворуч повертає два-три автомобіля, то смуга буде зайнятою аж до зміни сигналу світлофора, а при великій інтенсивності – й кілька циклів. Така ситуація спостерігалася у 8 з 10 випадків. Зрозуміло, що в таких умовах використання першої смуги для руху прямо стає неможливим.

Для часткового розвантаження перехрестя пр. Соборний – вул. Українська пропонується віднесення правого повороту з проспекту на Українську за межі цього перехрестя. Тобто пропонується заборона маневру правого повороту. Це дозволить звільнити першу смугу для руху прямо, що підвищить пропускну здатність цього напрямку руху та зменшить затримки транспортних потоків.

Відведення транспортного потоку пропонується виконувати через вулиці Приходську, Гоголя та Семафорну з виходом на вулицю Українську вище перехрестя пр. Соборний – вул. Українська. Запропонований маршрут наведений на рисунку 2.1.

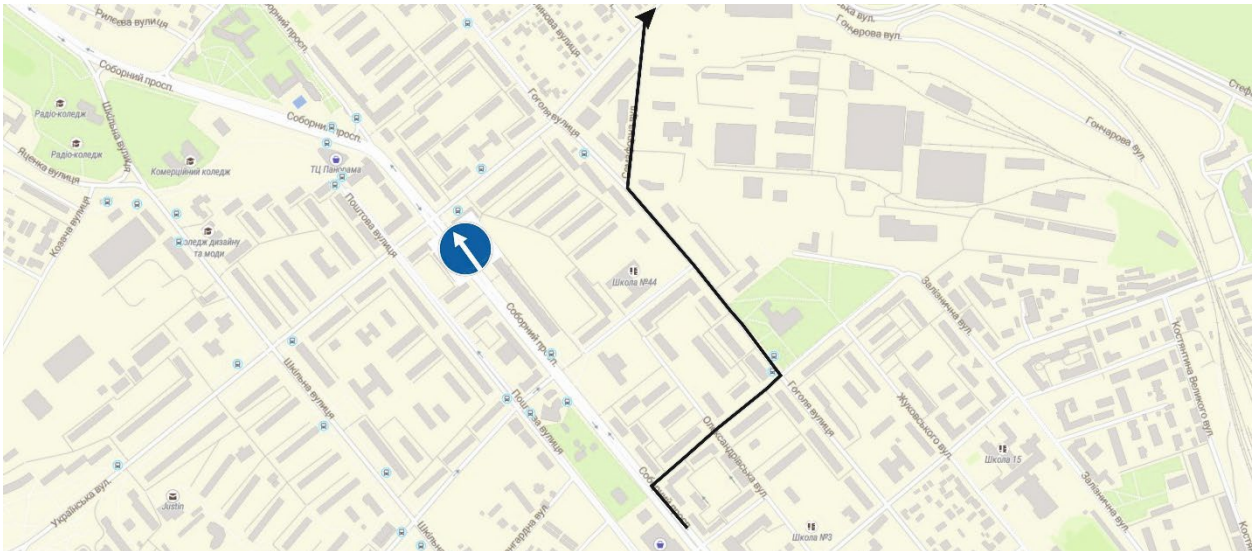


Рисунок 2.1 – схема відведення правоповоротного транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська

Для виконання цього заходу потрібно детально дослідити умови руху запропонованим маршрутом та перевірити можливість пропуску існуючих транспортних потоків за новою схемою руху.

2.2 Дослідження існуючих характеристик транспортних потоків на ділянках відведення транспортного потоку

Вулиця Приходська є вулицею районного значення.

Транспорт, що відводиться, буде проходити цією вулицею від проспекту Соборного до вулиці Гоголя, перетинаючи вулицю Олександрівську. На всьому протязі вулиця має асфальтове покриття в задовільному стані. Ширина вулиці Приходська по всій довжині дорівнює 7 м, тобто вулиця має дві смуги руху по 3,5 м кожна.

Було досліджено інтенсивності руху транспортних потоків на перехрестях пр. Соборний – вул. Приходська та вул. Гоголя – вул. Приходська. Дослідження виконувалися в ранкові та вечірні пікові години. Аналізуючи отримані

інтенсивності руху транспортних потоків вулицею Приходська, можна стверджувати, що об'єм транспортного руху дуже незначний – 50-60 авт/год.

Вулиця Гоголя є магістральною вулицею районного значення.

На всьому протязі вулиця має асфальтове покриття в задовільному стані. Ширина вулиці Гоголя по всій довжині дорівнює 14 м, тобто вулиця має 4 смуги руху по 3,5 м кожна. Транспорт, що відводиться, буде проходити цією вулицею від перехрестя з вулицею Приходською до перехрестя з вулицею Семафорною.

Ширина вулиці Семафорна – 7 м. Використовується вона здебільшого службовим транспортом «Облавтодору» і має дві смуги руху по 3,5 м кожна.

Всі розглянуті перехрестя є нерегульованими з пріоритетом руху. Головні напрямки руху – проспектом Соборним та вулицями Українська та Гоголя, другорядний – вулицями Приходська та Семафорна.

Треба відмітити, що на перехресті вул. Гоголя – вул. Приходська наявний непрацюючий світлофорний об'єкт.

2.3 Організація дорожнього руху після реалізації відведення частки транспортного потоку

2.3.1 Розрахунок пропускних спроможностей вулиць Приходської, Гоголя та Семафорної

Для відведення транспортного потоку потрібно, щоб автомобільні дороги та вулиці, куди відводиться потік, були в змозі пропустити його разом з існуючим транспортним потоком. Тобто потрібно виконати розрахунок пропускних спроможностей на всій довжині маршруту. Інтенсивність потоку, який відводиться, становить 201 од/год.

Пропускную спроможність визначатимемо по наступній методиці. згідно цієї методики пропускна спроможність однієї смуги руху розраховується за формулою [3]:

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

де V – швидкість руху, м/с;

t_p – час реакції водія, с;

l_o – зазор безпеки між автомобілями, м;

l_a – довжина автомобіля (середнього, розрахункового), м;

β – коефіцієнт гальмування автомобіля.

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

де g – фізичне прискорення сили тяжіння, м/с²;

f – коефіцієнт опору котінню колеса автомобіля;

i – повздовжній ухил автомобільної дороги;

φ – коефіцієнт повздовжнього зчеплення автомобільних колес із дорогою.

Оцінимо пропускну спроможність ділянки дороги по вулиці Приходська. Розрахункові дані для цієї вулиці приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку пропускнуої спроможності вулиці Приходської

№	Показник	Значення
1	Швидкість руху, м/с	8,3
2	Час реакції водія, с	1
3	Зазор безпеки між автомобілями, м	2
4	Довжина розрахункового автомобіля, м	5
5	Коефіцієнт опору котінню автомобіля	0,02

Кінець таблиці 2.1

№	Показник	Значення
6	Повздовжній ухил вулиці	- 0,1
7	Коефіцієнт повздовжнього зчеплення	0,3

Треба зазначити, що обрані коефіцієнти прийняті для найгірших можливих умов руху.

$$\beta = \frac{1}{2 \cdot 9,8 \cdot (0,3 - 0,1 + 0,02)} = 0,23.$$

$$A_c = \frac{3600 \cdot 8,3}{8,3 \cdot 1 + 0,23 \cdot 8,3^2 + 2 + 5} = 959 \text{ авт/год.}$$

Оцінимо пропускну спроможність ділянки дороги по вулиці Гоголя. Розрахункові дані для цієї вулиці приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку пропускнуої спроможності вулиці Гоголя

№	Показник	Значення
1	Швидкість руху, м/с	13,9
2	Час реакції водія, с	1
3	Зазор безпеки між автомобілями, м	2
4	Довжина розрахункового автомобіля, м	5
5	Коефіцієнт опору котінню автомобіля	0,02
6	Повздовжній ухил вулиці	0
7	Коефіцієнт повздовжнього зчеплення	0,3

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

$$A_c = \frac{3600 \cdot 13,9}{13,9 \cdot 1 + 0,16 \cdot 13,9^2 + 2 + 5} = 965 \text{ авт/год.}$$

На досліджуваній ділянці дороги по дві смуги рухи в кожний бік. Але це не означає, що середня пропускна спроможність дороги в один бік буде рівна подвоєному значенню першої смуги діленому на два. За таких умов необхідно врахувати зниження пропускної спроможності на другій смузі, яке пояснюється перестроюванням автомобілів і т. ін.

Пропускна здатність смуги проїжджої частини розраховується за формулою [3]:

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

де ε_i – коефіцієнт зниження пропускної здатності смуги руху.

Коефіцієнти ε_i залежать від кількості смуг і наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнтів зниження пропускної здатності смуг руху [3]

№	Смуга руху за чергою (від краю дороги)	ε_i
1	Перша	1
2	Друга	0,85
3	Третя	0,7
4	Четверта й далі	0,5

$$A_1 = 965 \text{ авт/год.}$$

$$A_2 = 0,85 \cdot 965 = 820 \text{ авт/год.}$$

Після визначення величин пропускних здатностей всіх смуг необхідно визначити середнє значення:

$$A_{cp} = \frac{965 + 820}{2} = 892 \text{ авт/год.}$$

Оцінимо пропускну спроможність ділянки дороги по вулиці Семафорна. Розрахункові дані для цієї вулиці приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку пропускної спроможності вулиці Семафорна

№	Показник	Значення
1	Швидкість руху, м/с	9,2
2	Час реакції водія, с	1
3	Зазор безпеки між автомобілями, м	2
4	Довжина розрахункового автомобіля, м	5
5	Коефіцієнт опору котінню автомобіля	0,02
6	Повздовжній ухил вулиці	0
7	Коефіцієнт повздовжнього зчеплення	0,3

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

$$A_c = \frac{3600 \cdot 9,2}{9,2 \cdot 1 + 0,16 \cdot 9,2^2 + 2 + 5} = 1113 \text{ авт/год.}$$

Для порівняння в таблицю 2.4 зведені значення пропускних спроможностей ділянок вулиць та сумарна очікувана приведена інтенсивність.

Таблиця 2.4 – Порівняння пропускних спроможностей з інтенсивностями руху на перегонах вулиць

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

Таким чином, можна стверджувати, що відведення транспортного потоку за вибраним маршрутом можливо і не погіршить умов руху на вулицях Приходська, Гоголя та Семафорна.

2.3.2 Схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Гоголя та Приходська

Найбільш навантаженим з трьох перехресть, що мають місце на маршруті відведення транспортного потоку, є перехресті вулиць Гоголя та Приходської. При збільшенні інтенсивності руху умови проїзду перехрестя можуть змінитися. Потрібно виконати перевірку необхідності введення світлофорного регулювання.

На рисунках 2.2, 2.3 наведені приведені інтенсивності руху на перехресті в нових умовах організації руху.

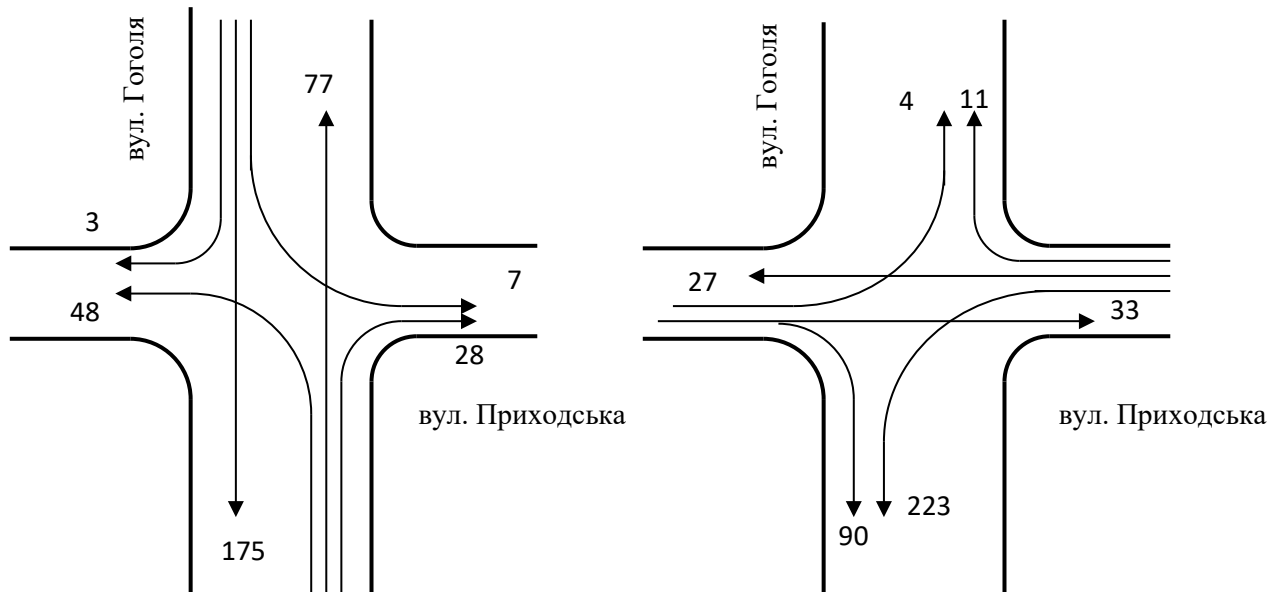


Рисунок 2.2 – Очікувані інтенсивності руху на перехресті
Гоголя – Приходська в нових умовах з 8:00 до 9:00

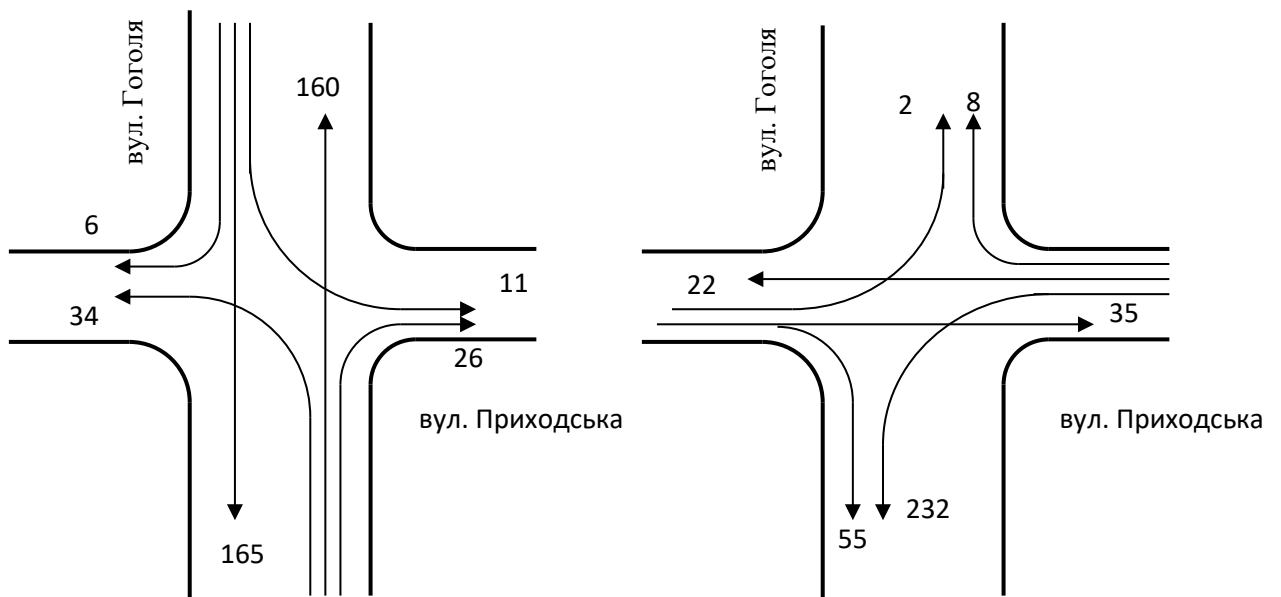


Рисунок 2.3 – Очікувані інтенсивності руху на перехресті
Гоголя – Приходська в нових умовах з 17:00 до 18:00

Розглядаючи очікувані інтенсивності руху на рисунках 2.2, 2.3 можна стверджувати, що світлофорне регулювання потрібно вводити по першій умові – конфлікт транспортних потоків [4]. Так сумарна максимальна інтенсивність головною дорогою складе 325 од/год, а найнапруженіший напрямок

другорядного руху буде мати інтенсивність 232 од/год. Отже, світлофорне регулювання потрібно.

Рух на перехресті можливо організувати за двофазним роз'їздом. Схеми пофазового роз'їзду на перехресті вул. Гоголя – вул. Приходська наведено на рисунку 2.4.

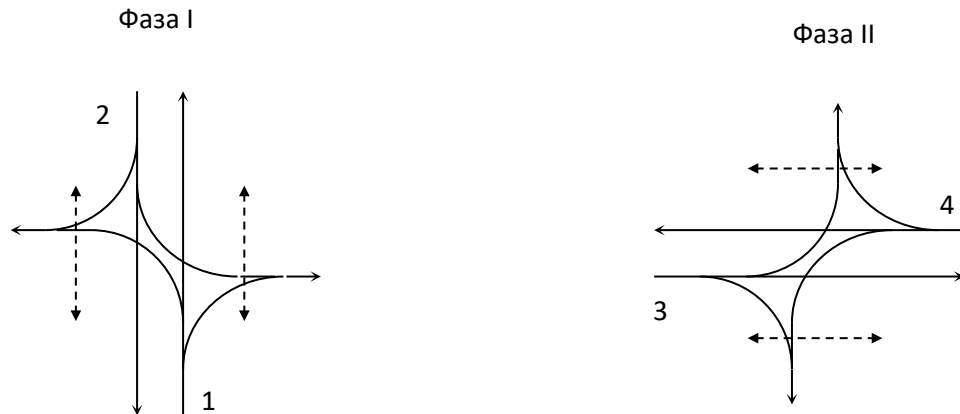


Рисунок 2.4 – Схеми пофазового роз'їзду на перехресті вул. Гоголя – вул. Приходська

Режими роботи світлофорного об'єкту на перехресті розраховуємо за допомогою спеціальної програми. Для її використання потрібно заповнити так звану матрицю конфліктних напрямів, яка наведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Матриця конфліктних напрямів перехрестя вул. Гоголя – вул. Приходська, м

Напрями	1	2	3	4
1	X	0	-6,5	-15,3
2	0	X	- 15,3	- 6,5
3	20	20	X	0
4	20	20	0	X

Результати розрахунку режимів роботи світлофорного об'єкту на перехресті вул. Гоголя – вул. Приходська приведені в таблиці 2.6 та на рисунку 2.5.

Таблиця 2.6 – Параметри циклу світлофорного регулювання на перехре-
сті вул. Гоголя – вул. Приходська

Довжина елементів світлофорного циклу, с		
інтервал пе- рехідний між фазами:	1 – 2	7
	2 – 1	8
Довжина циклу регулювання – 38 с		
такт основ- ний:	1	13
	2	10

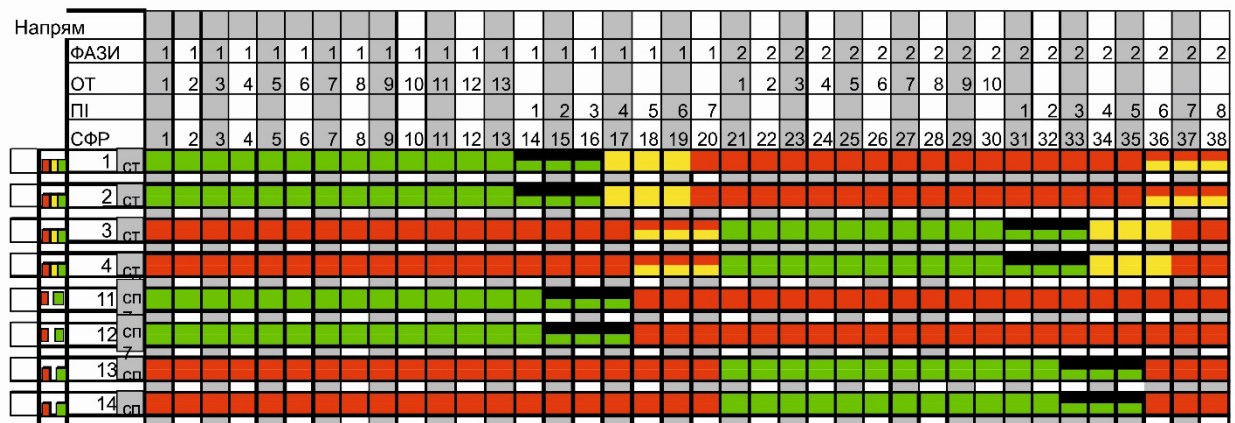


Рисунок 2.5 – Циклограма роботи світлофорного об'єкту на перехресті вул.
Гоголя – вул. Приходська

На рисунку 2.6 наведена схема організації дорожнього руху на перехре-
сті вул. Гоголя – вул. Приходська після встановлення світлофорного об'єкту.

На рисунку 2.7 наведена схема організації дорожнього руху на перехре-
сті пр. Соборний – вул. Українська після примусового відведення частки тра-
нспортного потоку.

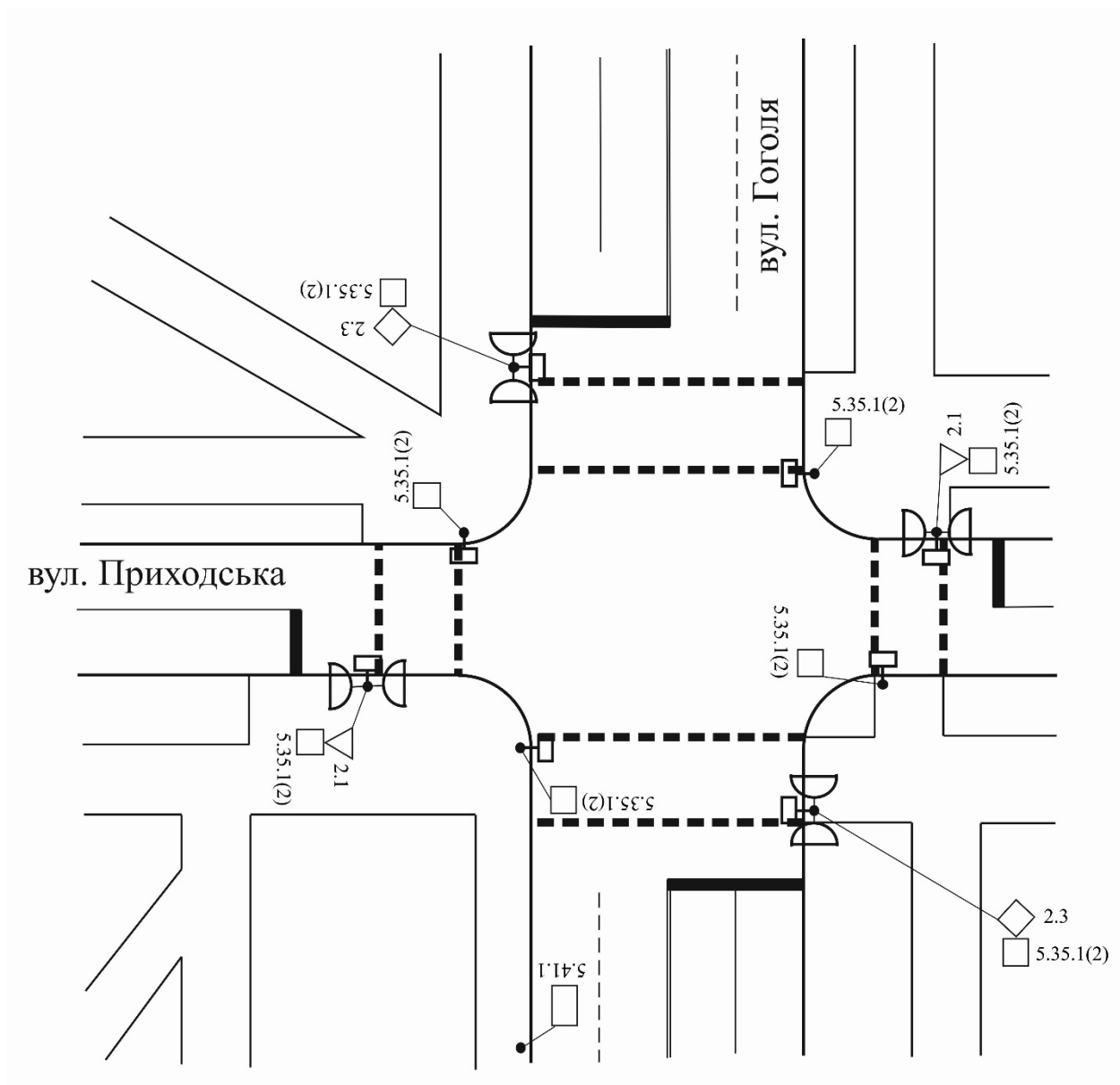


Рисунок 2.6 – Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Гоголя – вул. Приходська

2.3.3 Організація руху маршрутного пасажирського транспорту в нових умовах

У транспортному потоці, що відводиться, є маршрутні транспортні засоби – автобуси й мікроавтобуси, які працюють на різних маршрутах, в тому числі й на автобусному маршруті № 6.

При відведенні потоку ці автобуси не потрапляють на одну зупинку. Значить повинно передбачити зупиночний пункт на протязі нового маршруту.

Такий зупиночний пункт знаходиться за перехрестям вул. Гоголя – вул. Приходська. Це обладнаний зупиночний пункт, що відповідає всім нормативним вимогам. Зараз цим пунктом користуються автобуси маршруту № 11. Загальний вигляд цієї зупинки наведений на рисунку 2.8.

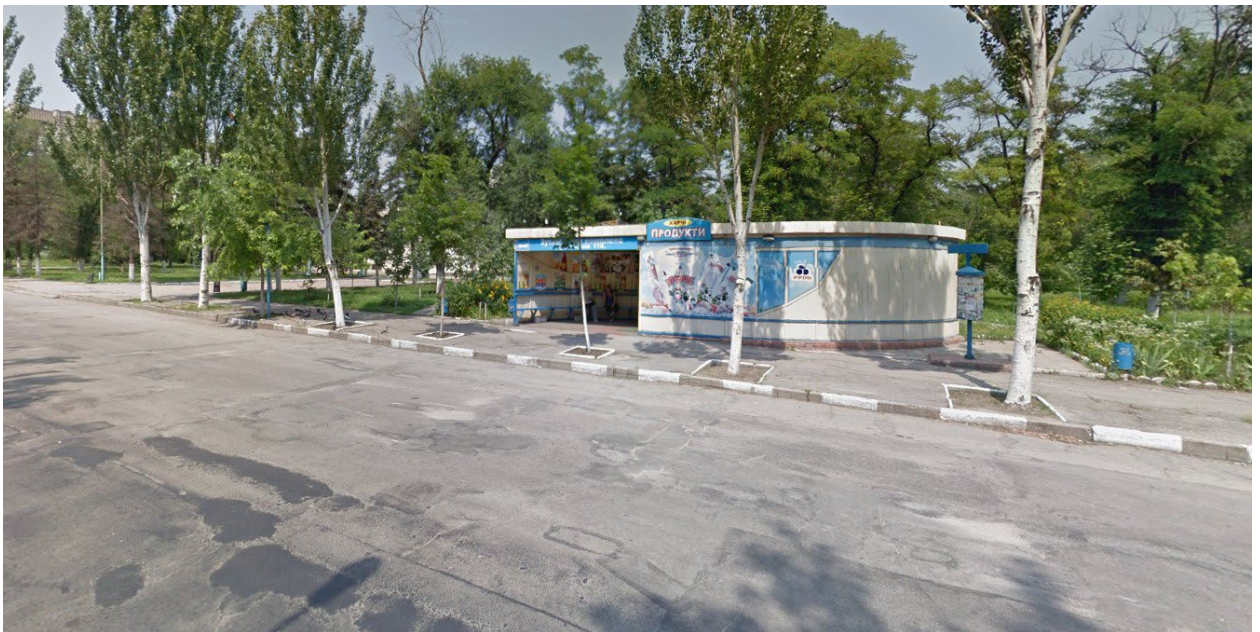


Рисунок 2.8 – Автобусна зупинка за перехрестям вул. Гоголя – вул. Приходська

Окрім цього, планується створення додаткового зупиночного пункту перед перехрестям вул. Гоголя – вул. Семафорна.

Розміщення зупинок міського транспорту виконується з урахуванням [5].

Місця розташування зупинок та їх вибір виконується підприємствами міського транспорту, які безпосередньо здійснюють перевезення пасажирів територією певного населеного пункту.

Зупинки міського транспорту за своїми ознаками мають наступну класифікацію [6]:

- за видом транспорту, який використовує зупинку (автобусна, трамвайна, тролейбусна, суміщена);
- за типом транспортних засобів (звичайні, зчленовані, здвоєні);
- за кількістю транспортних засобів, які можуть знаходитись на зупинці одночасно (одиначна, подвійна);
- за характером використання зупинки (постійна, тимчасова, на вимогу);
- за розташуванням зупинки на маршруті руху (кінцева, проміжна).

Постійною є зупинка маршрутних транспортних засобів, де вони зупиняються на протязі всього часу роботи на маршруті. Тимчасовою є зупинка маршрутних транспортних засобів, де вони зупиняються тільки в певні періоди часу. Зупинка на вимогу виконується за бажанням пасажирів, що пересуваються в транспортному засобі відповідним маршрутом.

У нашому випадку зупинка перед перехрестям вул. Гоголя – вул. Семафорна є автобусною зупинкою для звичайних транспортних засобів, одиначна, постійна та проміжна.

На одиначній зупинці сумарна частота руху автобусів не повинна перевищувати 30 одиниць за годину.

Територія зупинки міського транспорту складається з посадочного майданчику для пасажирів і місця для зупинки безпосередньо транспортних засобів. Автобусна зупинка починається від місця встановлення дорожнього знаку 5.41.1 [7].

Межі зупинки у довжину визначаються протяжністю пасажирського посадочного майданчику.

Тип маршрутних транспортних засобів та їх кількість на зупинці одночасно визначають фактичну довжину посадочного майданчику (див. таблицю 2.7).

Таблиця 2.7 – Розміри посадочного майданчику [6]

Тип автобусів	Довжина майданчику, м	
	одиначний	подвійний
звичайний	20	35
зчленований	25	45
здвоєний	35	65

Якщо на маршрутах функціонують транспортні засоби різного типу, довжина посадочного майданчику визначається типом з найбільшою довжиною.

Ширина посадочного майданчику залежить від пасажирообороту конкретної зупинки, від часу очікування маршрутних транспортних засобів пасажирами. Однак ширина посадочного майданчику повинна бути не менше за 1,5 м [6].

Автобусні зупинки обладнуються посадочними майданчиками, які улаштовуються на 20 см вище за поверхню проїжджої частини [6].

Автобусна зупинка може мати спеціальне розширення проїжджої частини у вигляді відкритої «кишені». «Кишені» повинні мати ширину 3,5 - 4,0 м. В умовах нестачі площі мінімальна ширина «кишені» може становити 3 м. В цьому випадку улаштування «кишені» виконується за рахунок частки тротуару. Однак, при цьому ширина тротуару, яка залишається після обладнання «кишені», повинна забезпечити нормальне функціонування посадочного майданчику і прийнятні умови для руху пішоходів [6].

Довжини перехідних ділянок «кишені» автобусної зупинки повинні складати 20 м на вході, й 15 м на виході. В обмежених умовах можливе зменшення довжини перехідних ділянок до 10 м [6].

Якщо автобусна зупинка розташовується за перехрестям і обладнується «кишеня», то відстань від посадочного майданчику до пішохідного переходу повинна становити не менше 10 м, а розширення проїжджої частини виконується від заокруглення перехрестя без улаштування перехідної ділянки «кишені» на вході [6].

Довжина «кишені» влаштовується більшою на 10 м за довжину посадочного майданчику із додаванням по 5 м з кожного боку. Дорожнє покриття «кишені» влаштовується з ухилом 15 - 20 %, спрямованим у бік проїжджої частини. Поверхня самого посадочного майданчику повинна також мати поперечний ухил 10 - 15 %, який спрямований в бік проїжджої частини. [6].

При обладнанні зупинки виконуються певні роботи, які потрібно урахувати.

Загальна площа «кишені» розраховується за формулою, м² [6]:

$$S_{\kappa} = L_{nl} \cdot B_{nl} + \frac{L_n^1 \cdot B_n^1}{2} + \frac{L_n^2 \cdot B_n^2}{2}, \quad (2.4)$$

де L_{nl}, B_{nl} – довжина та ширина посадочного майданчику відповідно, м;
 $L_n^1, B_n^1, L_n^2, B_n^2$ – довжина та ширина перехідних ділянок на вході та виході, м

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

Площа зупинки – 77 м².

Для позначення місця зупинки використовується дорожній знак 5.41.1 «Пункт зупинки автобусу».

2.4 Зміни автобусного маршруту № 6 внаслідок відведення частки транспортного потоку

Відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська призведе до зміни схеми маршруту № 6. Нова схема автобусного маршруту № 6 в його частині біля кінцевого пункту «Бібліотека ім. Горького» наведена на рисунку 2.7.

Зміняться й показники маршруту, а саме його довжина у зворотному напрямку. Однак, це не призведе до зміни розкладу руху, бо час, який буде втрачатися на долаття відстані компенсується відсутністю знаходження автобусів у черзі перед перехрестям пр. Соборний – вул. Українська.

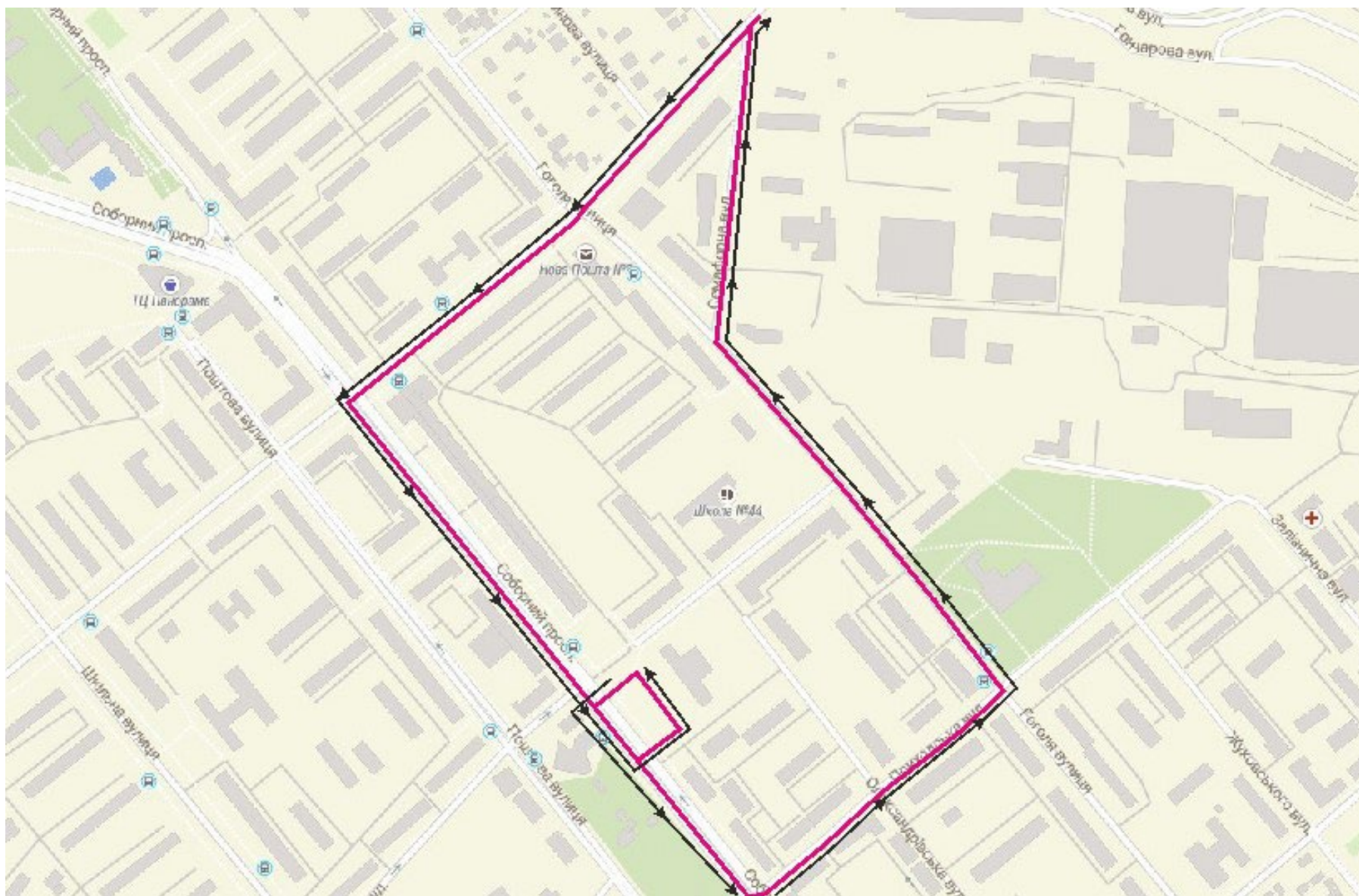


Рисунок 2.7 – Нова схема руху автобусного маршруту № 6 в районі кінцевої зупинки «Бібліотека ім. Горького»

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Отримання економічної ефективності не є метою цієї дипломної роботи, в якій відведення транспортного потоку від небезпечного перехрестя дозволяє значно знизити потенційні ризики для пасажирів автобусного маршруту № 6. Однак завдяки цьому відведенню буде зменшена загальна кількість затримок транспорту на перехресті.

Для реалізації відведення транспортного потоку необхідний певні капітальні вкладення, грн.:

$$K = K_{зн} + K_z, \quad (3.1)$$

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

K_z – капітальні вкладення на облаштування автобусної зупинки, грн.

Капітальні вкладення на придбання та встановлення дорожніх знаків, грн:

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

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

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

В таблиці 3.1 надані дорожні знаки, які планується встановити.

Загальна вартість встановлення усіх дорожніх знаків, грн:

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

де $C_{I\text{ зн}}$ – вартість виконання монтажних робіт зі встановлення одного дорожнього знаку із матеріалами включно (приймаємо 361 грн.);
 $N_{\text{зн}}$ – кількість дорожніх знаків, які передбачається встановити.

Таблиця 3.1 – Дорожні знаки, які планується встановити

№	Знаки, що передбачено встановити		
	Кількість знаків	Ціна за один знак	Вартість одного знаку
4.1	1	951	951
5.18	3	951	2853
5.35	8	951	7608
5.45.1	1	1344	1344
Разом	13	-	12756

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

$$K_{\text{зн}} = 12756 + 4693 = 17449 \text{ грн.}$$

Площа спорудження зупиночного пункту автобусів складає 77 м² (див. п. 2.3.3). Вартість спорудження 1 м² площі проїжджої частини приймаємо 2600 грн.

$$K_z = 77 \cdot 2600 = 200200 \text{ грн.}$$

Отже, капітальні вкладення для реалізації відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська:

$$K = 17449 + 200200 = 217649 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на реалізацію відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська, грн. [8]:

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

де C_p – вартість обслуговування та ремонту обладнання, грн.;
 C_a – амортизаційні відрахування, грн.

Вартість обслуговування та ремонту обладнання, грн. [8]:

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

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

$$C_p = 217649 \cdot 5 / 100 = 10883 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, грн. [8]:

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

де n_a – норма амортизаційних відрахувань, %.

$$C_a = 217649 \cdot 24 / 100 = 52236 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на реалізацію відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська:

$$C_{\text{експл}} = 10883 + 52236 = 63119 \text{ грн.}$$

До поточних витрат також входять витрати на щорічне поновлення дорожньої розмітки. Вартість цих робіт зведена в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Витрати на поновлення дорожньої розмітки

Вид розмітки	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна поновлення одиниці, грн	Загальна вартість поновлення, грн
1.1	м ²	8	238,23	1906
1.3		6,5		1548
1.5		9,5		2263
1.6		1,5		357
1.8		1		238
1.11		0,5		119
1.12		36		8576
1.14.1		68		16200
1.14.3		10,5		2501
1.18		15,5		3693
Разом		157		37402

Загальні поточні витрати на реалізацію відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська:

$$C_{поточ} = 63119 + 37402 = 100521 \text{ грн.}$$

Економія за рік завдяки зниженню транспортних затримок на перехресті пр. Соборний – вул. Українська, грн [8]:

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

де C_{mp}^p, C_{mp}^{np} – грошовий еквівалент затримок транспортних засобів до та після реалізації відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська відповідно, грн.

Витрати за рік внаслідок затримок транспортних засобів на перехресті пр. Соборний – вул. Українська, грн [8]:

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

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

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

Розрахунок затримок виконується згідно старої та нової схем організації дорожнього руху на перехресті пр. Соборний – вул. Українська та режимів роботи світлофорних об'єктів на них із врахуванням реальних обсягів руху. Результати розрахунків приведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Величини затримок транспорту на перехрестях

№	Перехрестя	Значення затримок, год		Вартість затримок, грн	
		було	буде	було	буде
1	2	3	4	5	6
1	Соборний-Приходська	6317	10064	139890	222880
2	Гоголя-Приходська	5634	12664	124772	332028
3	Гоголя-Семафорна	3786	5344	83846	118350

Кінець таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
4	Семафорна-Українська	6315	11424	139854	252999
7	Соборний - Українська	129373	86497	3394899	2269782
8	Всього	151425	125993	3883261	3196039

Економія за рік завдяки зниженню транспортних затримок:

$$E = (3883261 - 3196039) - 100521 = 586701 \text{ грн.}$$

Річна економія майже втричі більша за розмір капітальних вкладень. Тому можна стверджувати, що запропоноване відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська не тільки підвищить безпеку руху, але й призведе до зменшення витрат від затримок транспортних потоків на цьому перехресті. Іншими словами, запропоновані рішення є економічно виправданими.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розглянуті питання поліпшення організації перевезень на автобусному маршруті № 6 шляхом підвищення рівня безпеки руху.

Був виконаний ретельний аналіз організації дорожнього руху на найнебезпечнішому перехресті на маршруті – пр. Соборний – вул. Українська. Для транспортних та пішохідних потоків була зібрана інформація щодо їх інтенсивностей та складу. В якості основного недоліку були визначені значні затримки транспортних потоків через нестачу пропускнуєї спроможності перехрестя, що призводить до зниження загального рівня безпеки дорожнього руху.

Для усунення основного недоліку було запропоновано відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська. Це дозволить зменшити затримки транспорту та підвищити безпеку руху, в тому числі й для автобусного маршруту № 6.

Для розробленого маршруту відведення транспорту були проаналізовані існуючі умови організації дорожнього руху і запропоновані заходи організації дорожнього руху з урахуванням нових обсягів цього руху при відведенні транспорту.

Для маршруту відведення проаналізовані умови виконання пасажирських перевезень, запропоновано створення додатково зупиночного пункту для автобусних маршрутів потоку відведення, в тому числі й маршруту № 6.

Були виконані економічні розрахунки, які підтвердили можливість реалізації відведення частки транспортного потоку від перехрестя пр. Соборний – вул. Українська з економічного боку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Паспорт автобусного маршруту № 6 регулярних перевезень «вул. Авраменка – Бібліотека ім. Горького» - 21 с.
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. Парасюк В.М. Безпека дорожнього руху: навчальний посібник / В.М. Парасюк, Р.Я. Демків, В.М. Когут – Львів; Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. – 340 с.
4. ДСТУ 4092-2002 Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосовування та вимоги безпеки. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=24575 (дата звернення: 11.05.2023).
5. Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автотомобільного транспорту URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0160-95#Text> (дата звернення: 12.05.2023).
6. Маруніч В.С. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник / за заг. ред. В.С. Маруніч, Л.Г. Шморгуна та ін. – К.: Міленіум, 2017 – 528 с.
7. Правила дорожнього руху України [Електронний ресурс] – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> (дата звернення: 17.05.2023).
8. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.