

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

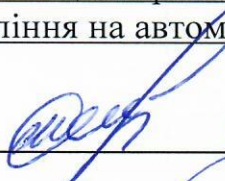
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

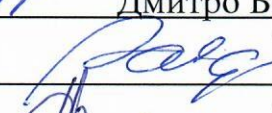
на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПІДВИЩЕННЯ
БЕЗПЕКИ РУХУ НА АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ № 11 МІСТА
ЗАПОРІЖЖЯ

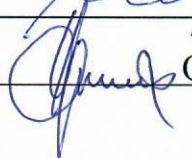
Виконав: студент(ка) IV курсу, групи T-319

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

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

 Дмитро БОНДАРЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник  Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент  Олександр АРТЮХ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«10» травня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

БОНДАРЕНКА Дмитра Віталійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації перевезень та підвищення безпеки руху на автобусному маршруті № 11 міста Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) РАЙДА Ігор Михайлович

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

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

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

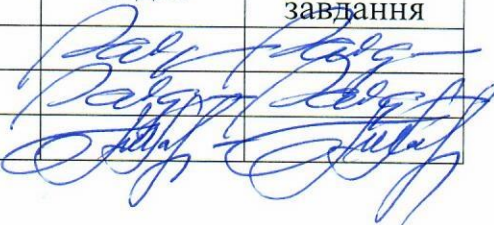
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) паспорт маршруту №11, існуюча вулично-дорожня мережа, існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Проєктування нової зупинки для автобусів маршруту № 11, 2.2 Підвищення безпеки організації дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, 2.2.1 Організація диференціації смуг руху вулицею Гоголя, 2.2.2 Визначення складності перехрестя після впровадження диференціації смуг, 2.2.3 Корегування параметрів управління рухом на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, 2.2.4 Організація дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, 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	РАЙДА І.М., старш. викл.		
2	РАЙДА І.М., старш. викл.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)


(підпис)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Дмитро БОНДАРЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Ігор РАЙДА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 43 стор., 10 табл., 18 рис., 6 використаних джерел.

АВТОБУСНИЙ МАРШРУТ, БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНІЙ ЗНАК, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ, ЗУПИНОЧНИЙ ПУНКТ, ОБСЯГИ РУХУ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХОДИ, РЕЖИМИ РЕГУЛЮВАННЯ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ЦИКЛОГРАМА РОБОТИ СВІТЛОФОРІВ

Об'єкт дослідження – автобусний маршрут № 11 міста Запоріжжя.

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

Метод дослідження – аналітичний.

В дипломній роботі розглянутий автобусний маршрут № 11 міста Запоріжжя, запропоновано часткову зміну схеми руху на маршруті у зворотному напрямку.

Розглянуті питання організації дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, на якому після зміни схеми руху автобуси маршруту № 11 виконуватимуть поворот ліворуч. Зібрані основні характеристики транспортних та пішохідних потоків на зазначеному перехресті.

Розглянута можливість та вибране місце для нової автобусної зупинки після зміни схеми руху.

Для підвищення безпеки руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя запропоновано ряд заходів.

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 Характеристика міського автобусного маршруту № 11 та пропозиції щодо його вдосконалення.....	8
1.2 Зміна схеми руху автобусного маршруту № 11 в зворотному напрямку.....	10
1.3 Загальна характеристика перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя	12
1.4 Дослідження основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя.....	13
1.5 Визначення складності перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя.....	17
1.6 Організація управління дорожнім рухом на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя.....	18
1.7 Постанова завдань на дипломну роботу.....	21
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	23
2.1 Проектування нової зупинки для автобусів маршруту № 11.....	23
2.2 Підвищення безпеки організації дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя.....	27
2.2.1 Організація диференціації смуг руху вулицею Гоголя ...	27
2.2.2 Визначення складності перехрестя після впровадження диференціації смуг	29
2.2.3 Корегування параметрів управління рухом на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя.....	30

2.2.4 Організація дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя.....	34
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	37
Висновки.....	42
Перелік джерел посилання.....	43

ВСТУП

Якісна організація пасажирських перевезень передбачає підтримку постійно високих 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 великої місткості. 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 та підвищення рівня безпеки на окремих ділянках маршрутів слідування громадського транспорту є доволі вагомим інструментом для забезпечення безпеки пасажирських перевезень загалом. Саме таким питанням на прикладі автобусного маршруту № 11 міста Запоріжжя й присвячена ця дипломна робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика міського автобусного маршруту № 11 та пропозиції щодо його вдосконалення

Міський автобусний маршрут № 11 «вул. Арочна – вул. Покровська» працює регулярно в звичайному режимі та маршрутного таксі. На рисунку 1.1 наведено схему маршруту № 11.



Рисунок 1.1 – Схема міського маршруту № 11 [1]

В якості рухомого складу на маршруті № 11 згідно з [1] в звичайному режимі використовуються автобуси категорії М2 чи М3 трьох класів: А, І, та ІІ. Автобуси класу А мають до 22 місць для пасажирів, які можуть сидіти та стояти. Автобуси класів І та ІІ мають понад 22 місця для пасажирів, які також можуть як сидіти, так і стояти.

При функціонуванні в режимі маршрутного таксі використовуються автобуси тільки категорії М2 класів А та В. Автобус класу В має до 22 місць для пасажирів і перевозить їх тільки сидячи.

Міський автобусний маршрут № 11 обслуговує пасажирів постійно та щодня. Робота на маршруті починається о 6:00 ранку та закінчується о 22:15 вечера [1].

Основні показники міського маршруту № 11 приведені в таблицях 1.1 та 1.2..

Таблиця 1.1 – Основні характеристики маршруту № 11 [1]

№	Показник	Значення	
		в прямому напрямку руху	у зворотному напрямку руху
1	Довжина траси маршруту, км	4,8	4,7
2	Час виконання рейсу в режимі:		
	- звичайний, хв	20	20
	- маршрутне таксі, хв.	15	15
3	Кількість зупинок	9	9

Таблиця 1.2 – Небезпечні ділянки автобусного маршруту № 11 [1]

№	Небезпека	Місця розташування
1	Перетинання з трамвайними коліями	вул. Гоголя – вул. Леппіка
2	Крутий поворот	вул. Пестеля – вул. Сонячна

Автобусний маршрут № 11 фактично обслуговує мешканців житлового масиву «Зелений Яр». Це житловий масив з одноповерховою забудовою, розташований у складному рельєфі місцевості. Пересування пішки до цього масиву дуже ускладнене через значні ухили. Особливо це стосується людей похилого віку. А автобусний маршрут № 11 є фактично єдиним представником громадського транспорту, який забезпечую потреби в перевезеннях мешканців цього району.

З метою поліпшення організації обслуговування пасажирів автобусного маршруту № 11 пропонується внести певні зміни в схему маршруту у зворотному напрямку, а саме:

- змінити траєкторію руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя з прямо на ліворуч і виїхати на проспект Соборний та площу Пушкіна;
- на площі Пушкіна облаштувати нову автобусну зупинку у провулку, який поєднує проспект Соборний із вулицею Першотравневою.

1.2 Зміна схеми руху автобусного маршруту № 11 в зворотному напрямку

Запропоновані зміни траєкторії маршруту наведені на рисунку 1.2. Красною лінією показана нова траєкторія маршруту в зворотному напрямку, чорною пунктирною – стара траєкторія маршруту. Також зазначено місце нової автобусної зупинки.

Причиною таких змін є, передусім, прагнення підвищити комфорт для пасажирів маршруту. Справа в тому, що практично всі пасажирів цього маршруту йдуть на зупинки по вул. Гоголя пішки. Проспект Соборний є основною транспортною артерією міста, й лівова частка пасажирів маршруту прямують саме від площі Пушкіна. В разі змін вони будуть мати змогу просто здійснити пересадку з одного транспорту на інший на одній і тій самій площі міста, не пересуваючись пішки.

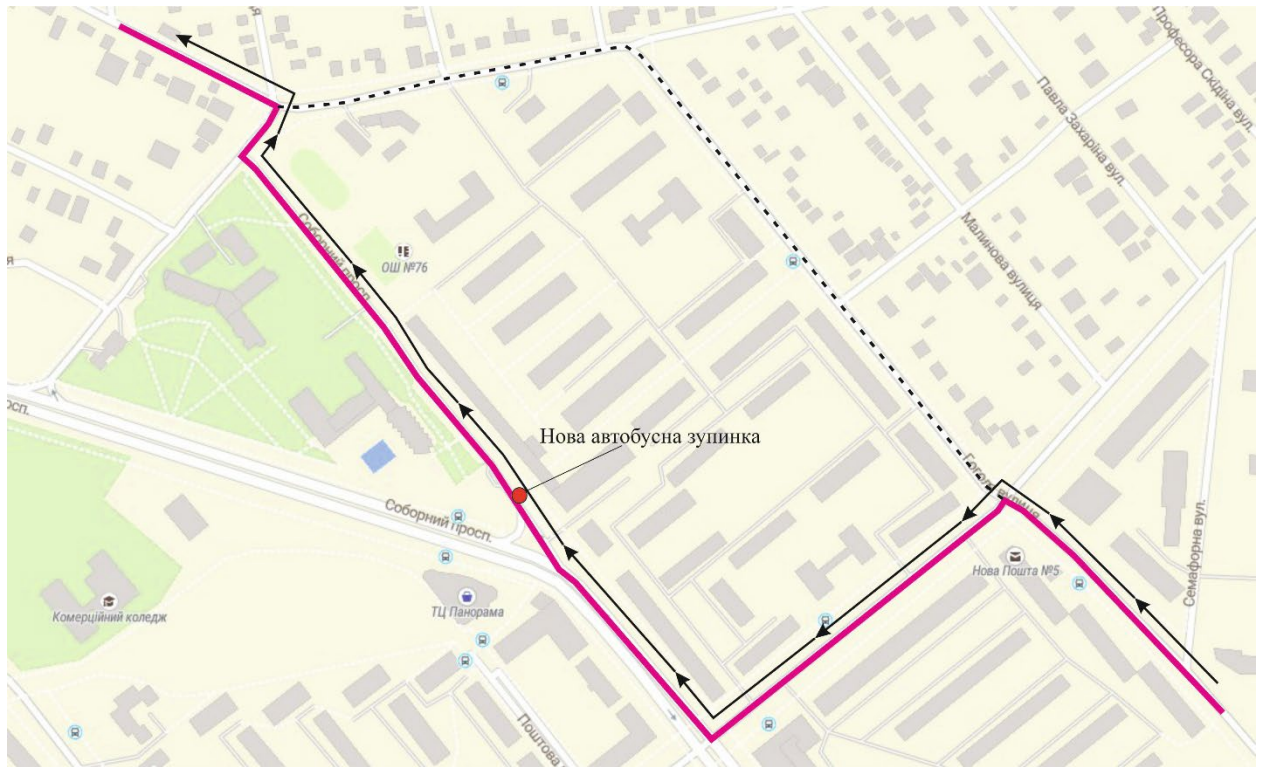


Рисунок 1.2 – Зміна траєкторії автобусного маршруту № 11

Крім того, потрапляння до нового місця розташування автобусної зупинки на площі Пушкіна можливе підземним пішохідним переходом, що значно безпечніше, ніж на зупинку «Магазин» на вулиці Гоголя. Перехід пішоходів вулиці Гоголя здійснюється просто переходячи цю вулицю в непозначеному для цього місці, бо до найближчого перехрестя близько 80 метрів. Напрямок руху пішоходів від площі Пушкіна до зупинки «Магазин» наведений на рисунку 1.3.

Хоч в цьому місці вулиця Гоголя має відносно невелику ширину (близько 6,5 м) та не має значної інтенсивності транспортних потоків, такий перехід, безумовно, є дуже небезпечним. Зміна схеми маршруту дозволяє цього уникнути.

Однак, запропонована зміна маршруту призводить до появи лівого повороту автобусів маршруту № 11 на доволі насиченому рухом перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, що потенційно також може нести певні небезпеки. Щоб мінімізувати такі небезпеки в подальшому приділимо увагу організації руху на цьому перехресті з метою саме підвищення його безпеки.

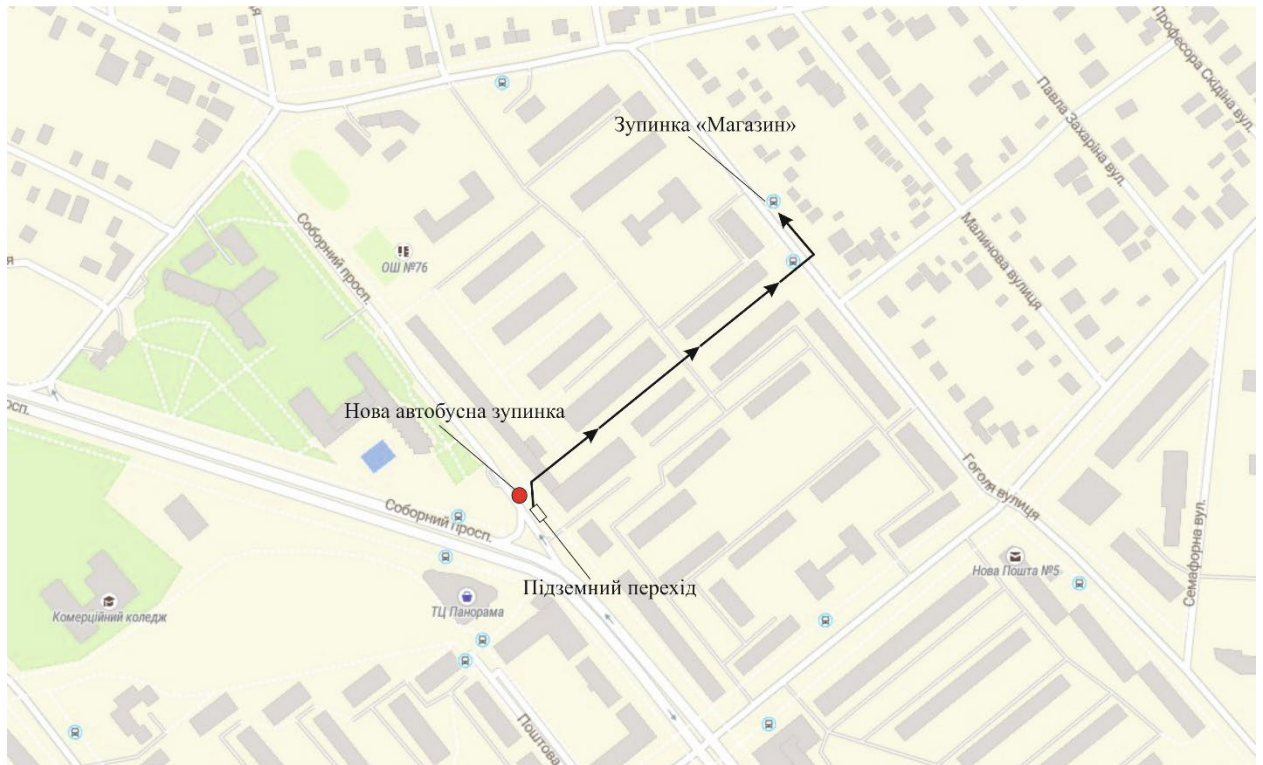


Рисунок 1.3 – Напрямок основного руху пішоходів від площі Пушкіна до автобусного маршруту № 11

1.3 Загальна характеристика перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя

Перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя у прив'язці до вулично-дорожньої мережі району показано на рисунку 1.4.

Вулиця Українська є магістральною вулицею міського значення. Вулиця Гоголя є вулицею районного значення. 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.

На перехресті вул. Українська – вул. Гоголя немає обмежень за видами транспорту, які можуть його використовувати.

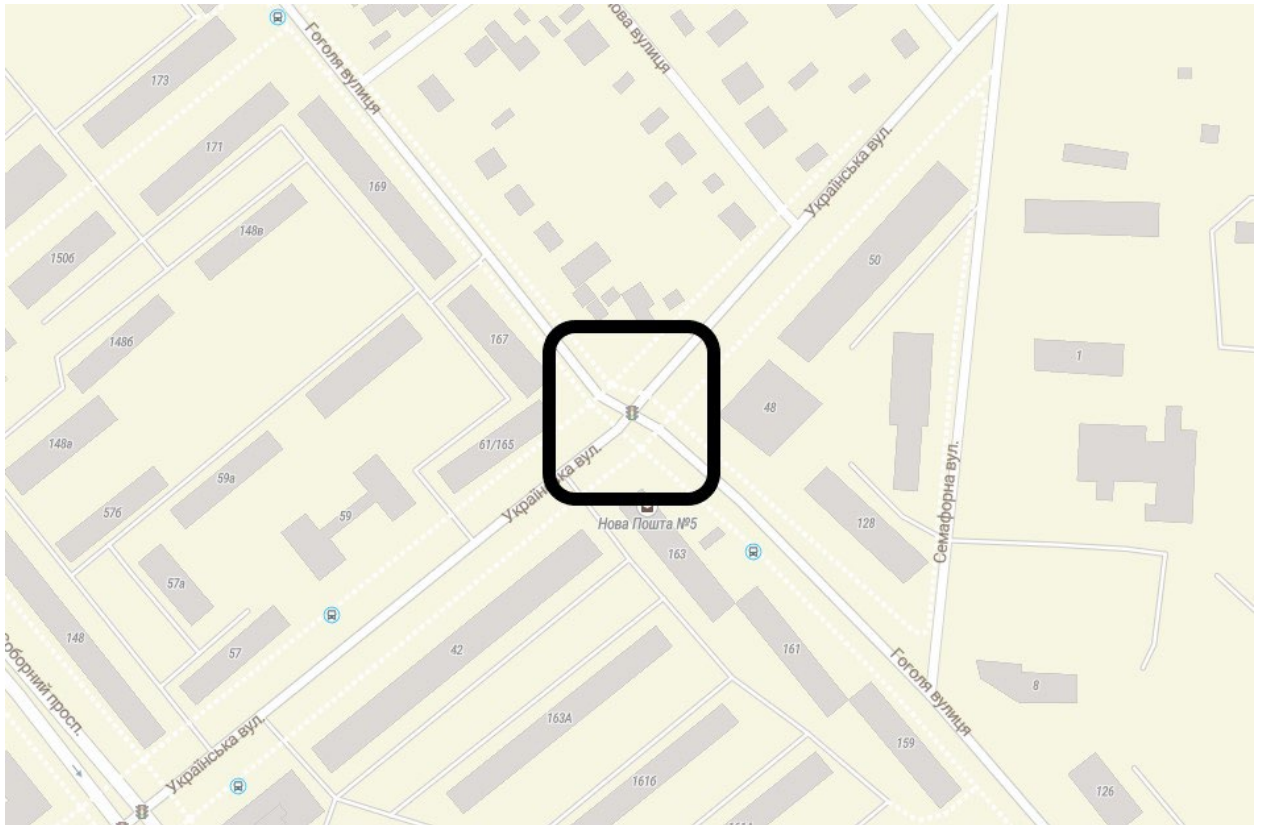


Рисунок 1.4 – Перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя

Особливістю перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя є те, що наявний значний потік транспорту з Шевченківського району. Тому рух транспорту на перехресті має значні інтенсивності.

1.4 Дослідження основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя

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

Інтенсивність і склад руху є основними показниками, що впливають на такі важливі параметри автомобільної дороги, як ширина проїзної частини, конструкція дорожнього одягу, конструкція дорожніх розв'язок тощо. Вони

характеризують рівень завантаження дороги і рівень зручності руху і є визначальними показниками для призначення класності або так званої категорії дороги [2].

На перехресті вул. Українська – вул. Гоголя було проведене дослідження, в ході якого була підрахована інтенсивність в часи пік та між ними за 12 напрямками руху. Фіксація інтенсивності руху відбувалася за типами автомобілів.

Одержані дані інтенсивності були приведені до умовного легкового автомобіля [2]:

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

де N_i – інтенсивність руху i -того типу автомобілів;

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

На рисунках 1.5-1.7 приведені результати розрахунків приведених інтенсивностей руху транспорту на перехресті.

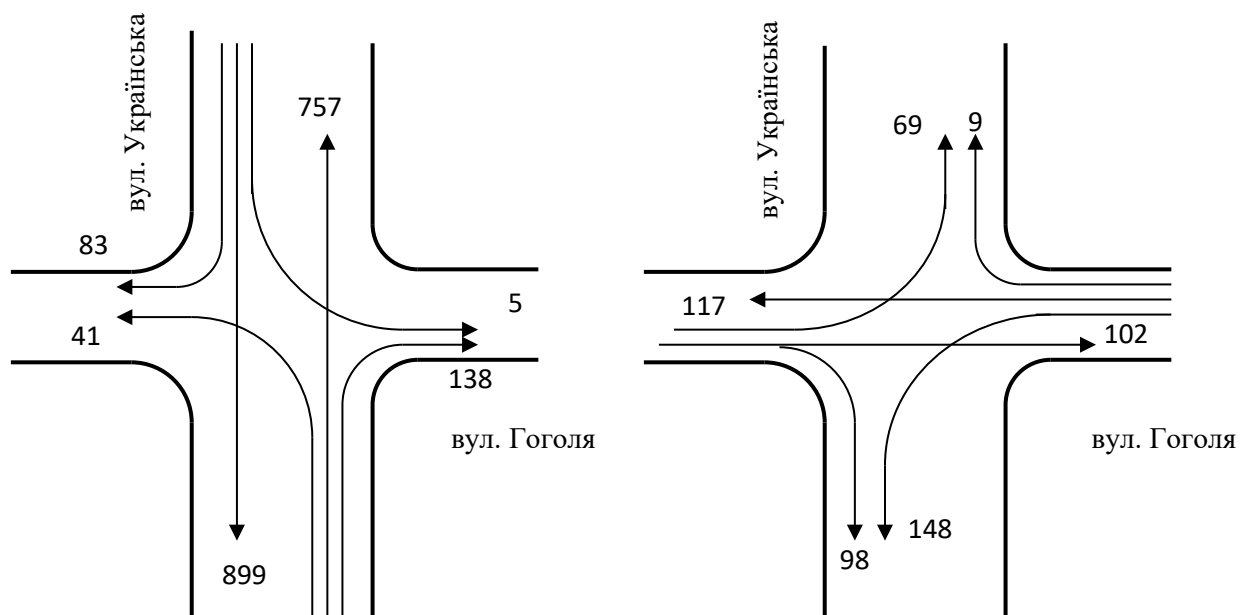


Рисунок 1.5 – Інтенсивності руху на перехресті в ранковий пік (8:00 – 9:00)

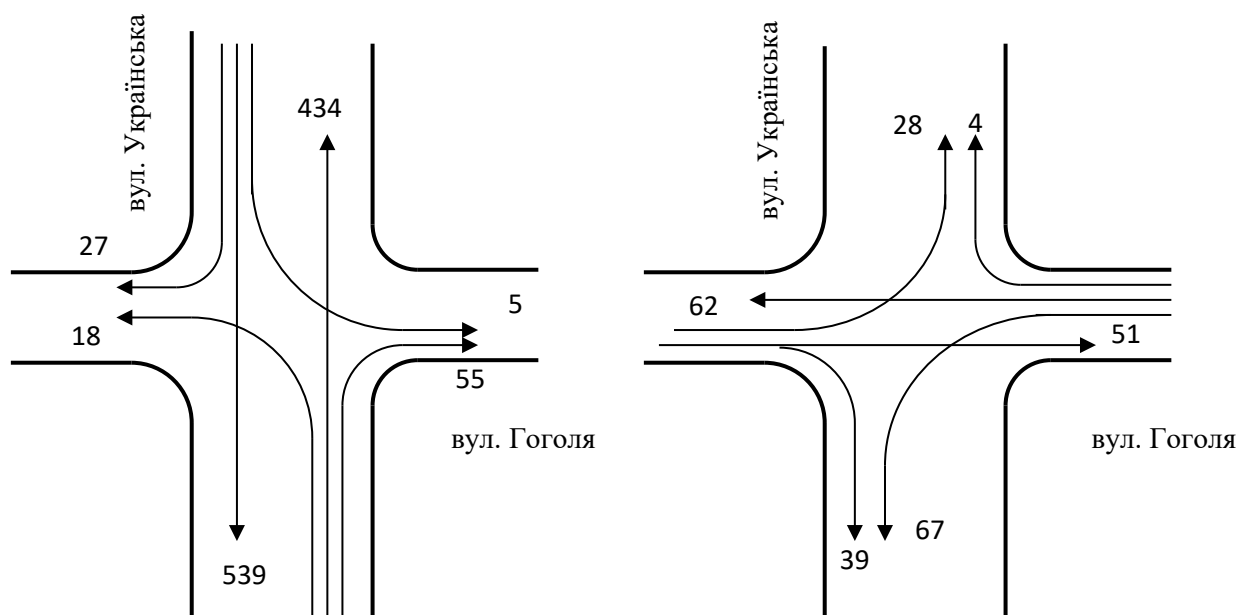


Рисунок 1.6 – Інтенсивності руху на перехресті в обід (13:00 – 14:00)

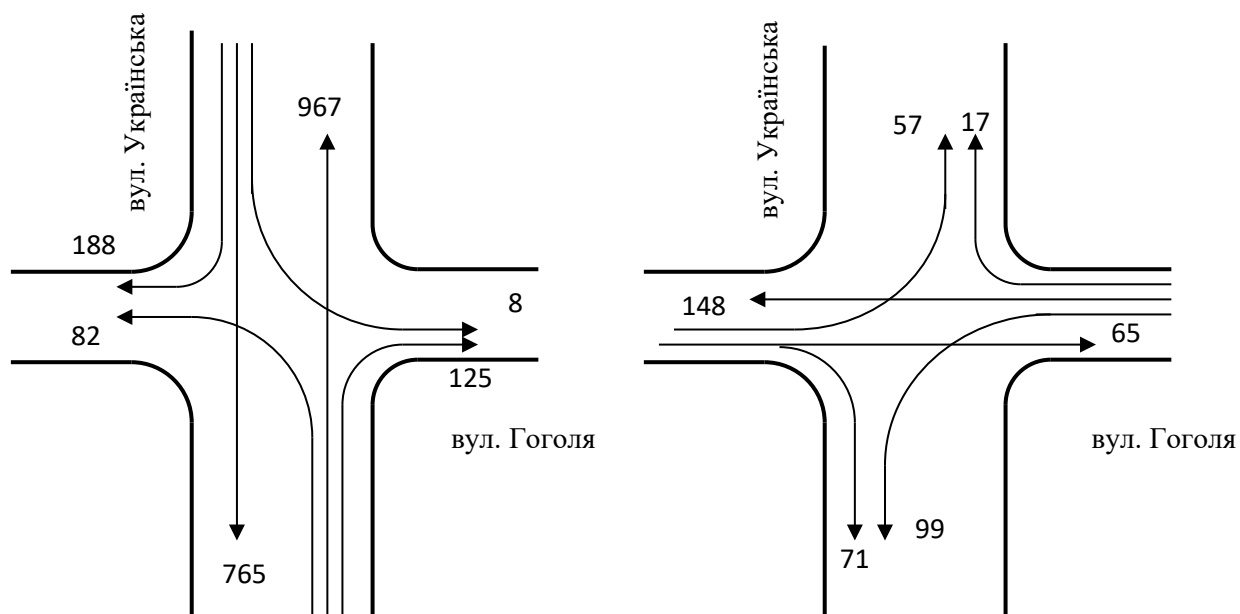


Рисунок 1.7 – Інтенсивності руху на перехресті у вечірній пік (17:00 – 18:00)

Об'єм транспортного руху на перехресті є більшим за 1000 од/год.

Склад транспортного потоку на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя наведений на рисунку 1.8. За складом транспортний потік майже однорідний. 83 % загального транспортного потоку складають легкові автомобілі.

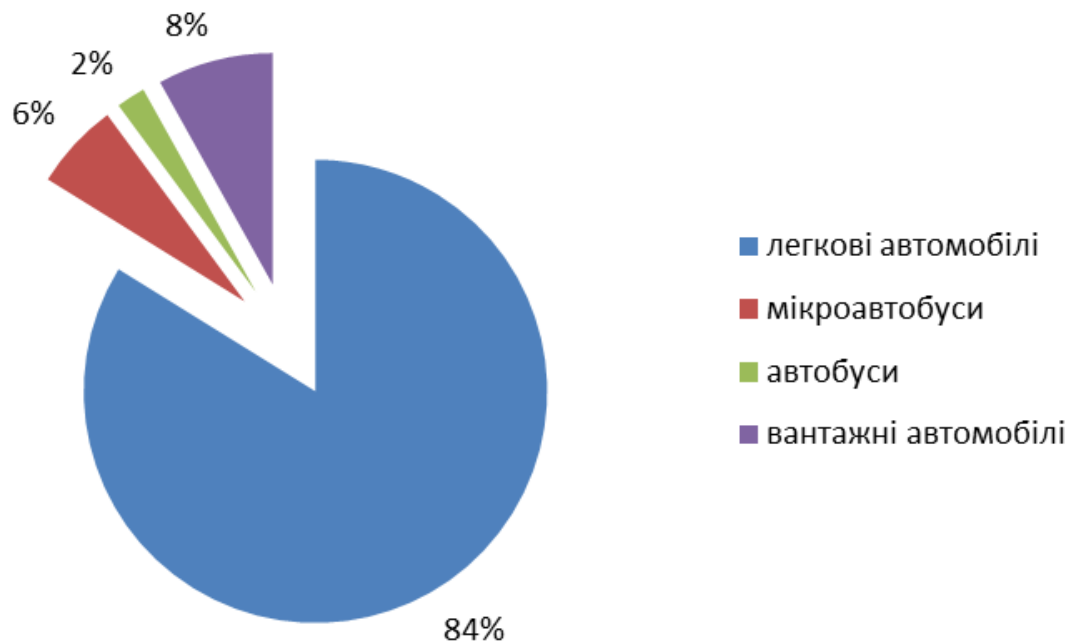


Рисунок 1.8 – Склад транспортного потоку на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя

На перехресті вул. Українська – вул. Гоголя рух пішоходів здійснюється повздовж вулиць тротуарами, поперек вулиць – пішохідними переходами.

При вивченні характеру пішохідних потоків ніяких особливих недоліків не відмічено. Інтенсивність пішохідного руху доволі насичена і складає до 300 піш/год.

1.5 Визначення складності перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя

Для оцінки складності перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя пропонується використати п'ятибальну систему оцінки. Ця система базується на кількості та небезпеці потенційних конфліктів в так званих конфліктних точках. Це характерні місця взаємодії транспортних потоків різних напрямків. Небезпека конфліктної точки залежить від виду маневрів, які зустрічаються при взаємодії одиниць транспорту.

Складність перехрестя за п'ятибальною системою [2]:

$$m = n_6 + 3n_3 + 5n_n, \quad (1.2)$$

де n_6, n_3, n_n – відповідна кількість конфліктних точок певного типу (відхилення, злиття, перетину).

На рисунку 1.9 надана схема розташування конфліктних точок на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя за наявними траєкторіями руху транспортних потоків.

Зараз на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя наявні 8 точок відхилення, 9 точок злиття та 44 точки перетину.

$$m = 8 + 9 \cdot 3 + 44 \cdot 5 = 255 > 150.$$

Перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя є дуже складним за класифікацією складності перехресть [2].

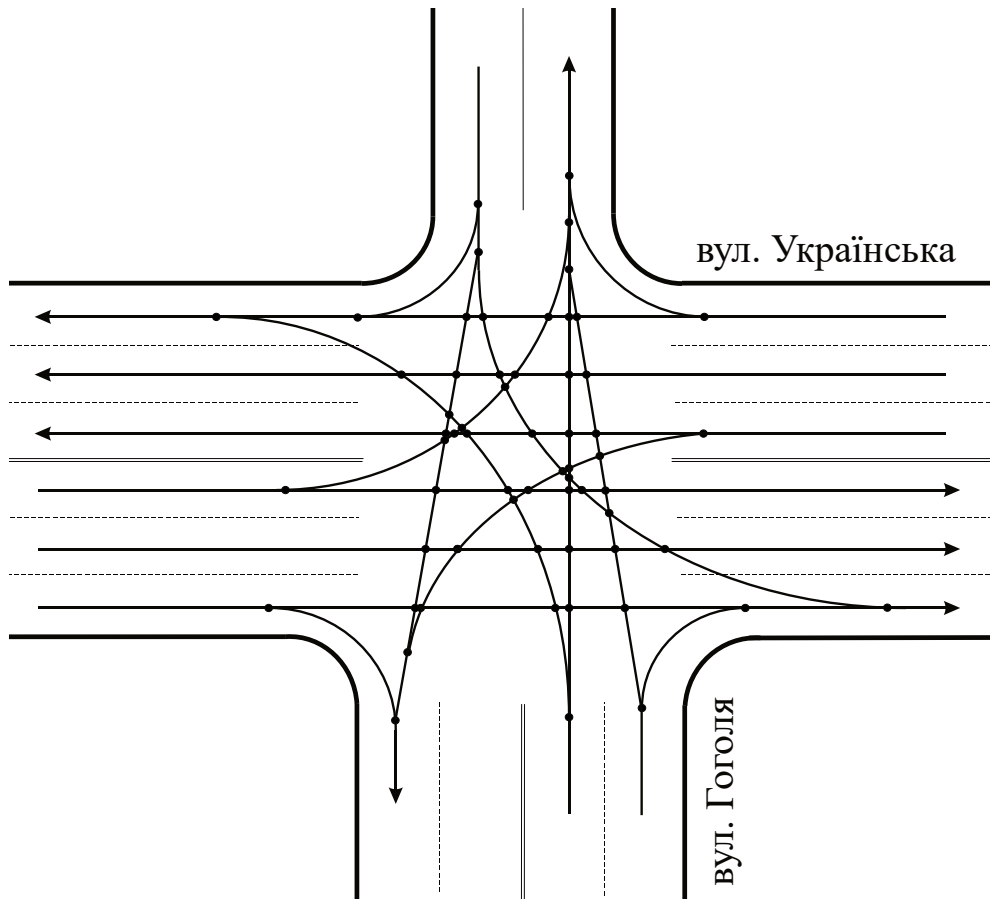


Рисунок 1.9 – Траєкторії руху із конфліктними точками на перехресті

1.6 Організація управління дорожнім рухом на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя

Управління дорожнім рухом організовано на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя за допомогою транспортних та пішохідних світлофорів. Всі світлофори типу І.

Рух на перехресті регулюється за двофазною схемою (див. рис. 1.10).

Схема організації дорожнього руху із позначенням всіх технічних засобів для цієї організації наведена на рисунку 1.11.

Довжина циклу регулювання складає 81 секунду. На рисунку 1.12 показана циклограма роботи світлофорів перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя.

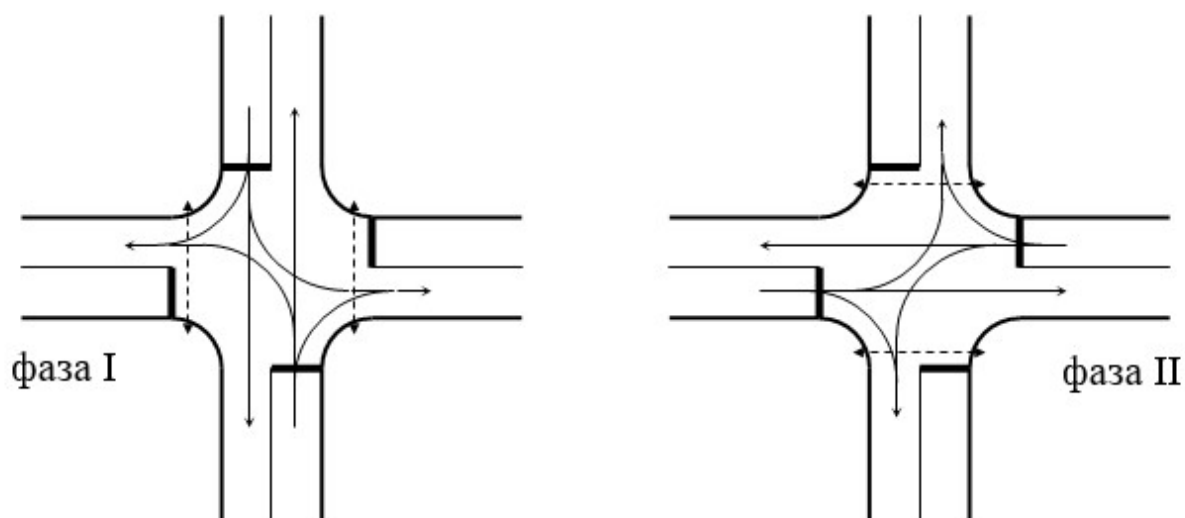


Рисунок 1.10 – Схема регулювання (двофазна)

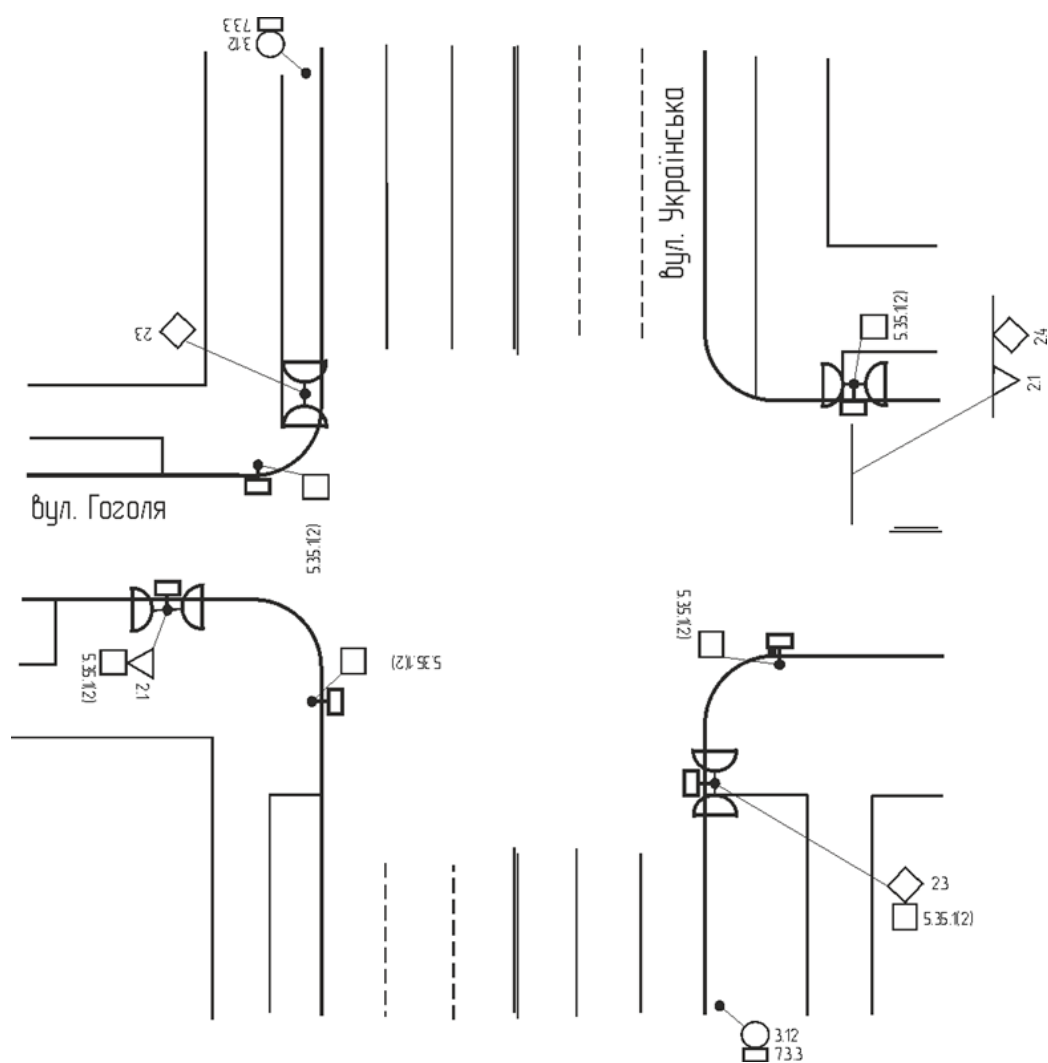


Рисунок 1.11 – Схема організації руху на перехресті

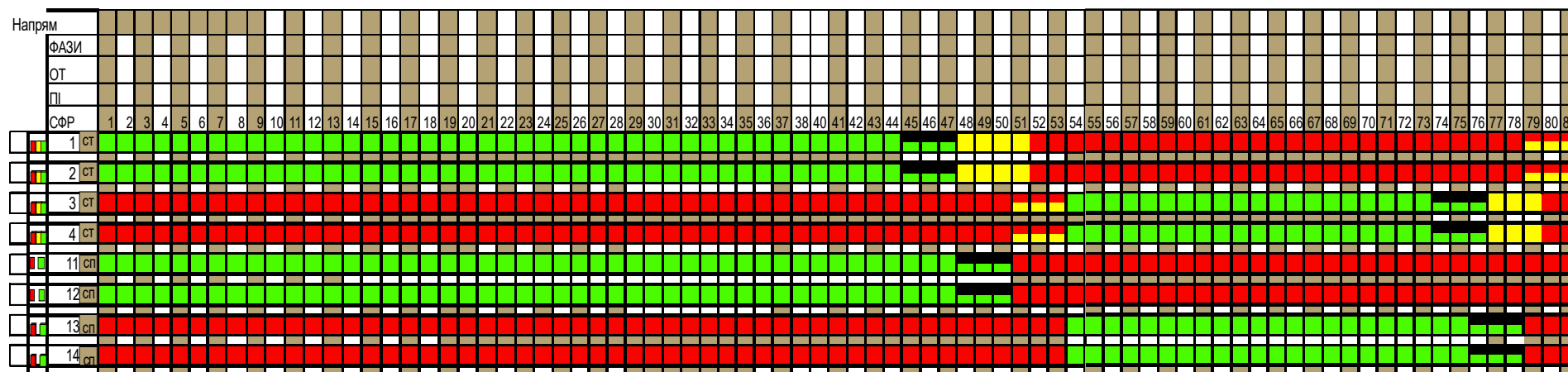


Рисунок 1.12 – Циклограма роботи світлофорів на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя

1.7 Постанова завдань на дипломну роботу

Для підвищення безпеки пасажирських перевезень на автобусному маршруті № 11 та для підвищення їх комфорту пропонується розглянути можливість зміни схеми руху маршруту з потраплянням його на площу Пушкіна, яка розташована на проспекті Соборному.

Для цього в дипломній роботі планується вирішити наступні задачі:

- проєктування нової зупинки для автобусів маршруту № 11 на площі Пушкіна;
- підвищення безпеки організації дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, де після зміни схеми руху автобусам доведеться виконувати поворот ліворуч.

Перехрестя вул. Українська – вул. Гоголя було досконало вивчено і визначені певні особливості цього перехрестя.

По-перше, основний обсяг руху вулицею Українська виконується в прямому напрямку. Кількість автомобілів, що виконують повороти на перехресті порівняно з прямим рухом дуже невелика.

По-друге, в години пік, особливо у вечері спостерігається зниження швидкості руху транспортного потоку, що рухається від проспекту Соборного в бік Шевченківського району міста. Це пов'язано з виникненням черги перед світлофором. Потрібно відмітити, що в цей же час рух вулицею Гоголя доволі низький, тобто візуально можливо спостерігати відсутність руху при зеленому сигналі світлофора. Останнє свідчить про не оптимальний режим регулювання рухом на перехресті.

По-третє, має місце значний лівоповоротний потік з вулиці Гоголя на Українську, який за обсягом фактично дорівнює потоку прямого напрямку і в якому планується рух автобусів маршруту № 11 в зворотному напрямку.

Для врахування зазначених вище особливостей з метою підвищення безпеки руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя в дипломній роботі пропонуються наступні заходи:

- застосування диференціації смуг за напрямком руху по вулиці Гоголя на підході до перехрестя з боку вулиці Приходської;
- перевірка параметрів роботи світлофорів та внесення в них відповідних обґрунтованих змін;
- нанесення дорожньої розмітки відповідно новій схемі організації руху.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Проектування нової зупинки для автобусів маршруту № 11

Для реалізації можливості руху за новою схемою автобусам маршруту № 11 необхідно обладнати новий зупиночний пункт на площі Пушкіна в провулку між проспектом Соборним та вулицею Першотравневою.

Місце розташування нового зупиночного пункту показано на рисунку 1.2. На рисунку 2.1 представлені фотографії цього місця.



Рисунок 2.1 – Фотографії місця розташування майбутньої зупинки

Розміщення зупинок міського транспорту виконується з урахуванням [3].

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 [4]:

- 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 [5].

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 2.1).

Таблиця 2.1 – Розміри посадочного майданчику [4]

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 пасажирями. Однак ширина посадочного майданчику повинна бути не менше за 1,5 м [4].

Автобусні зупинки обладнуються посадочними майданчиками, які улаштовуються на 20 см вище за поверхню проїжджої частини [4].

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 [4].

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 [4].

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 [4].

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. [4].

При обладнанні зупинки виконуються певні роботи, які потрібно урахувати.

Загальна площа «кишені» розраховується за формулою, м² [4]:

$$S_{\kappa} = L_{nl} \cdot B_{nl} + \frac{L_n^1 \cdot B_n^1}{2} + \frac{L_n^2 \cdot B_n^2}{2}, \quad (2.1)$$

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».

2.2 Підвищення безпеки організації дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя

2.2.1 Організація диференціації смуг руху вулицею Гоголя

Під час обстеження перехрестя вулиць Української та Гоголя було виявлено, що транспортний потік, яких надходить на перехрестя по вулиці Гоголя з боку вулиці Приходської, має значну лівоповоротну частку. І нова схема маршруту автобусів № 11 передбачає рух саме в цьому напрямі.

Дослідження інтенсивностей руху показали, що ця частка складає від 40 до 50 % від всього обсягу руху з цього напрямку. Тому доцільно реорганізувати рух таким чином, щоб відокремити транспортні засоби, що повертають ліворуч, від транспортних засобів, що їдуть прямо. Для цього пропонується використати диференціацію смуг за напрямками руху.

Метод диференціації смуг, як захід з оперативної організації дорожнього руху, відноситься до групи заходів з вирівнювання складу транспортного потоку [2].

Склад будь-якого транспортного потоку характеризуються співвідношенням у ньому транспортних засобів різних типів. Склад транспортного потоку значно впливає на всі параметри, які характеризують дорожній рух.

Так він впливає на завантаження дороги, що пояснюється перш за все суттєвою різницею в габаритних розмірах автомобілів та у динамічних габаритах транспортних засобів. У змішаному транспортному потоці рух більш небезпечний з причини наявності різниці в швидкостях автомобілів різних типів. Крім цього, існують певні психологічні моменти руху в змішаному транспортному потоці, які негативно впливають на рівень безпеки.

Отже, створення по можливості однорідних транспортних потоків сприяє вирівнюванню швидкості руху та підвищенню пропускної спроможності ділянок вулично-дорожньої мережі. Одним з найрозповсюджених методів вирівнювання складу транспортного потоку є диференціація смуг руху.

Існує кілька різних видів диференціації смуг на дорогах: для легкових та вантажних автомобілів; для маршрутного пасажирського транспорту; для автомобілів, що рухаються в певних діапазонах швидкостей; для автомобілів, що однорідні за маневром, що вони виконують, тощо.

Саме останній вид диференціації смуг руху пропонується використати на перехресті вулиць Української та Гоголя.

Якщо на підході до перехрестя в одному рівні дорога має кількість смуг менше ніж кількість майбутніх напрямків руху транспортних засобів, то різниця в напрямках подальшого руху є більш впливовою на швидкість та безпеку, ніж різнотипність транспортних засобів в потоці. Так, наприклад, виконання повороту ліворуч практично завжди пов'язано з затримкою для пропуску зустрічного потоку. При цьому виникає небезпека не тільки зустрічного зіткнення, але й супутнього, якщо транспортні засоби роз'їжджаються за різними напрямками з однієї смуги руху. Така ситуація присутня на перехресті вулиць Української та Гоголя.

Для усунення цього конфлікту пропонується організувати диференціацію смуг руху на підході до перехрестя по вулиці Гоголя з боку вулиці Приходської, запропонувавши першу смугу для руху транспорту в прямому напрямку та праворуч, а другу смугу – для руху ліворуч.

Таке рішення дозволить позбутися ще однієї потенційної конфліктної точки на перехресті. Справа в тому, що на перехресті, яке розглядається, вулиця Гоголя змінює ширину проїжджої частини з чотирьох смуг до перехрестя до двох смуг руху після перехрестя. Запропонована схема спеціалізації смуг дозволить позбутися потенційного конфлікту при русі прямо з обох смуг одночасно.

Реалізація диференціації виконана за допомогою відповідної розмітки та дорожніх знаків. Її можна побачити на рисунку 2.6.

2.2.2 Визначення складності перехрестя після впровадження диференціації смуг

Диференціація смуг руху за напрямками на одному з підходів призведе до теоретичного зменшення складності перехрестя. Розрахунок складності перехрестя виконуємо за методикою, яка розглянута в п. 1.4.

На рисунку 2.2 наведені конфліктні точки на перехресті вулиць Української та Гоголя при використанні диференціації смуг.

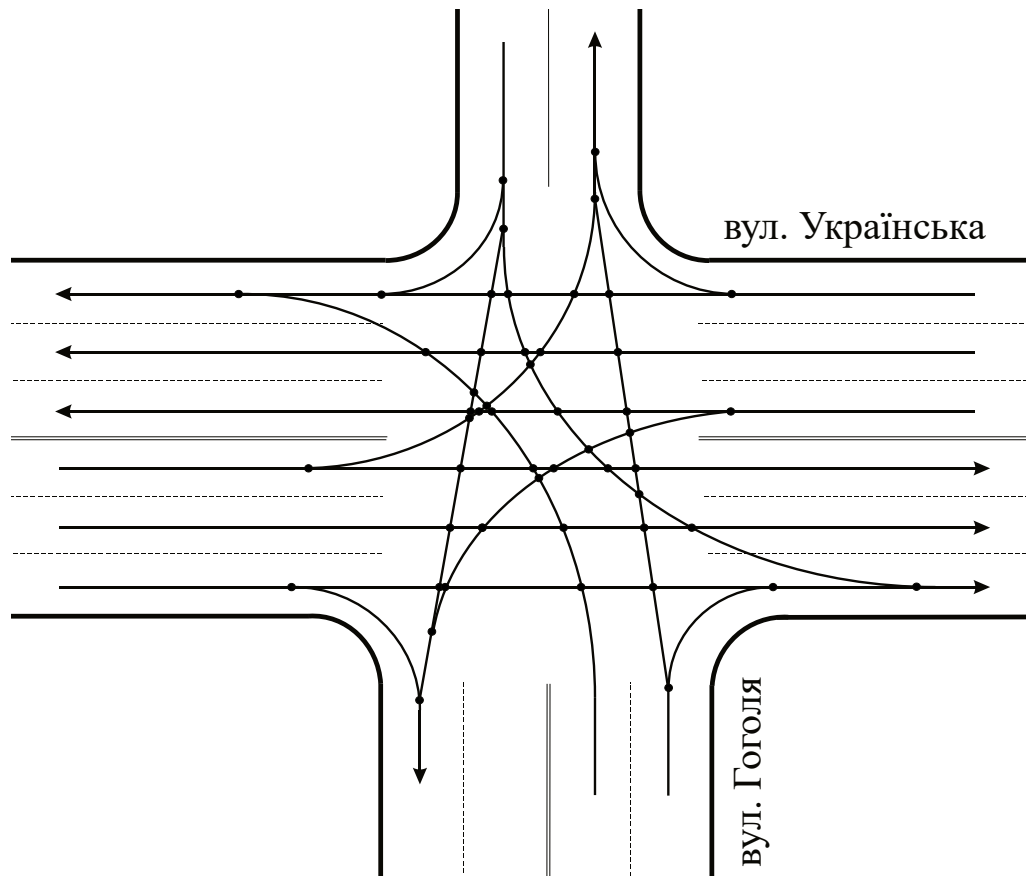


Рисунок 2.2 – Конфліктні точки на перехресті за умови диференціації смуг на одному з підходів

Аналізуючи рисунок 2.2, отримуємо при даній схемі організації руху на перехресті вулиць Української та Гоголя наявні 7 точок відхилення, 8 точок злиття та 36 точок перетину.

Отже, складність перехрестя за п'ятибальною системою складе:

$$m = 7 + 8 \cdot 3 + 36 \cdot 5 = 211 > 150.$$

Перехрестя вулиць Української та Гоголя залишається дуже складним навіть при впровадженні диференціації смуг на одному з підходів до перехрестя. Але показник складності зменшився на 44 одиниці порівняно з наявним станом, що потенційно робить перехрестя безпечнішим.

2.2.3 Корегування параметрів управління рухом на перехресті

вул. Українська – вул. Гоголя

Розглядаючи напрямки руху та їх інтенсивності на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя слід зазначити, що рух можливо залишити організованим за двофазним роз'їздом. Параметри інтенсивностей руху за напрямками відповідають всім вимогам, що висуваються при організації руху таким чином.

Для зменшення транспортних затримок на перехресті пропонується використати не один постійний режим руху, а три режими (для ранкового пікового режиму, між пікового режиму та вечірнього пікового режиму), які будуть змінювати один одного по черзі до переведення світлофорів в режим жовтого миготіння після 22:00 до 6:00 ранку.

Всі розрахунки виконуємо за допомогою спеціального програмного забезпечення. Результати розрахунків показані у таблицях 2.2-2.4.

Для кожного з розрахованих режимів складені циклограми роботи світлофорів на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, які приведені на рисунках 2.3-2.5.

Таблиця 2.2 – Параметри регулювання в ранковий пік

Довжина часток світлофорного циклу, с		
Інтервал між фазами	1 – 2	8
	2 – 1	8
Довжина циклу – 80 с		
Такт регулювання	1	50
	2	14

Таблиця 2.3 – Параметри регулювання в обідній час

Довжина часток світлофорного циклу, с		
Інтервал між фазами	1 – 2	8
	2 – 1	8
Довжина циклу – 75 с		
Такт регулювання	1	45
	2	14

Таблиця 2.4 – Параметри регулювання у вечірній пік

Довжина часток світлофорного циклу, с		
Інтервал між фазами	1 – 2	8
	2 – 1	8
Довжина циклу – 86 с		
Такт регулювання	1	56
	2	14

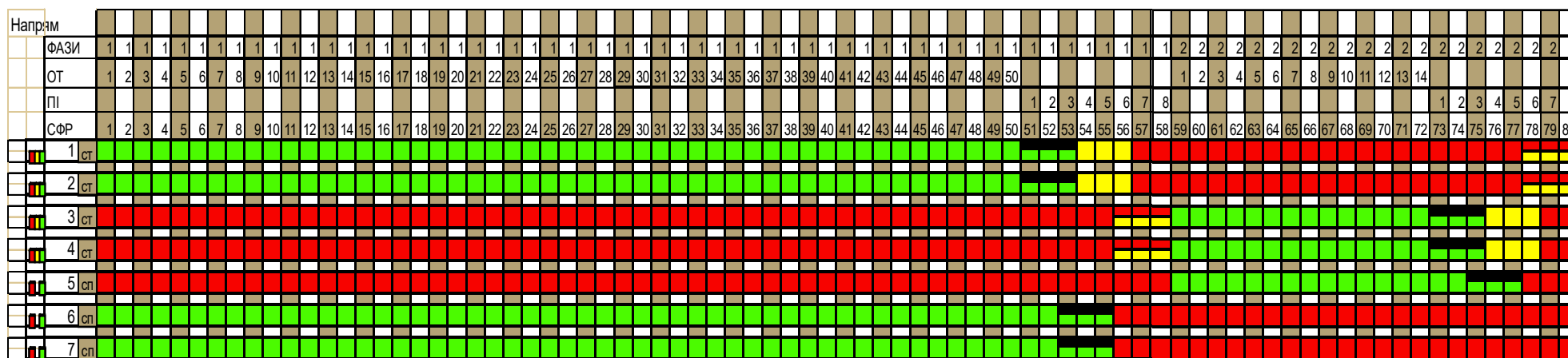


Рисунок 2.3 - Циклограма регулювання перехрестя в ранковий пік

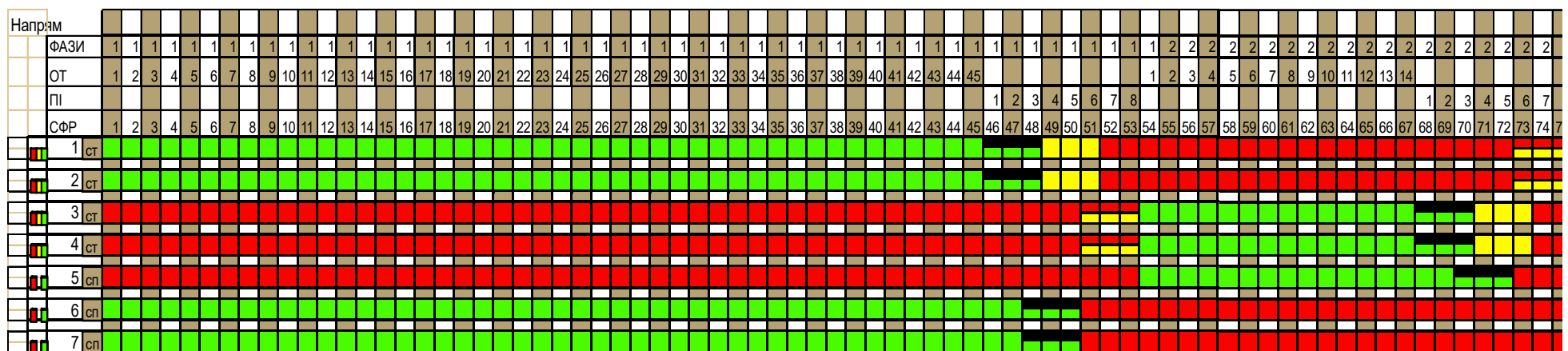


Рисунок 2.4 - Циклограма регулювання перехрестя в обідній час

2.2.4 Організація дорожнього руху на перехресті

вул. Українська – вул. Гоголя

Для організації руху стандартно використовують різноманітні технічні засоби. Найпростіші, найпоширеніші і найрізноманітніші з них є дорожні знаки та дорожня розмітка. Саме їх будемо застосовувати для організації руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя.

Дорожні знаки встановлюють певний порядок руху транспортних та пішохідних потоків або інформують водіїв та пішоходів про умови руху на дорозі [5].

Обстеження розташування дорожніх знаків на перехресті не виявило суттєвих недоліків в їх використанні та встановленні. Однак для нової схеми руху необхідно встановити додаткові дорожні знаки, а саме два знаки 5.18 «Напрямок руху по смузі». Ці знаки відносяться до інформаційно-вказівних знаків і визначають дозволений напрям руху смугою, над якою вони встановлюються.

Встановлення знаків 5.18 передбачається над проїжджою частиною на розтяжці.

Встановлені знаки 5.18 можна побачити в новій схемі організації руху на перехресті, яка наведена на рисунку 2.6.

Дорожня розмітка – це лінії, написи та інші позначення на проїжджій частині та елементах дорожніх споруд, які встановлюють порядок руху або інформують водіїв та пішоходів про умови руху. Дорожня розмітка є одним з найпростіших та дієвих засобів управління рухом. Її використання підвищує пропускну здатність дороги та поліпшує видимість проїжджої частини. [5].

Під час дослідження перехрестя розмітка була повністю відсутня. Тому необхідно розробити схему її нанесення для використання розмітки в якості технічного засобу організації дорожнього руху.

В таблиці 2.5 приведений повний перелік розмітки, яка повинна бути нанесена на перехресті у відповідності до нової схеми руху.

Таблиця 2.5 – Потрібна дорожня розмітка

Тип	Одиниці вимірювання	Кількість одиниць
1.1	м ²	8
1.3		4
1.5		8
1.6		1
1.14.2		12,5
1.18		10,5
Всього		44

Зазначену дорожню розмітку можна побачити в новій схемі організації руху на перехресті, яка наведена на рисунку 2.6.

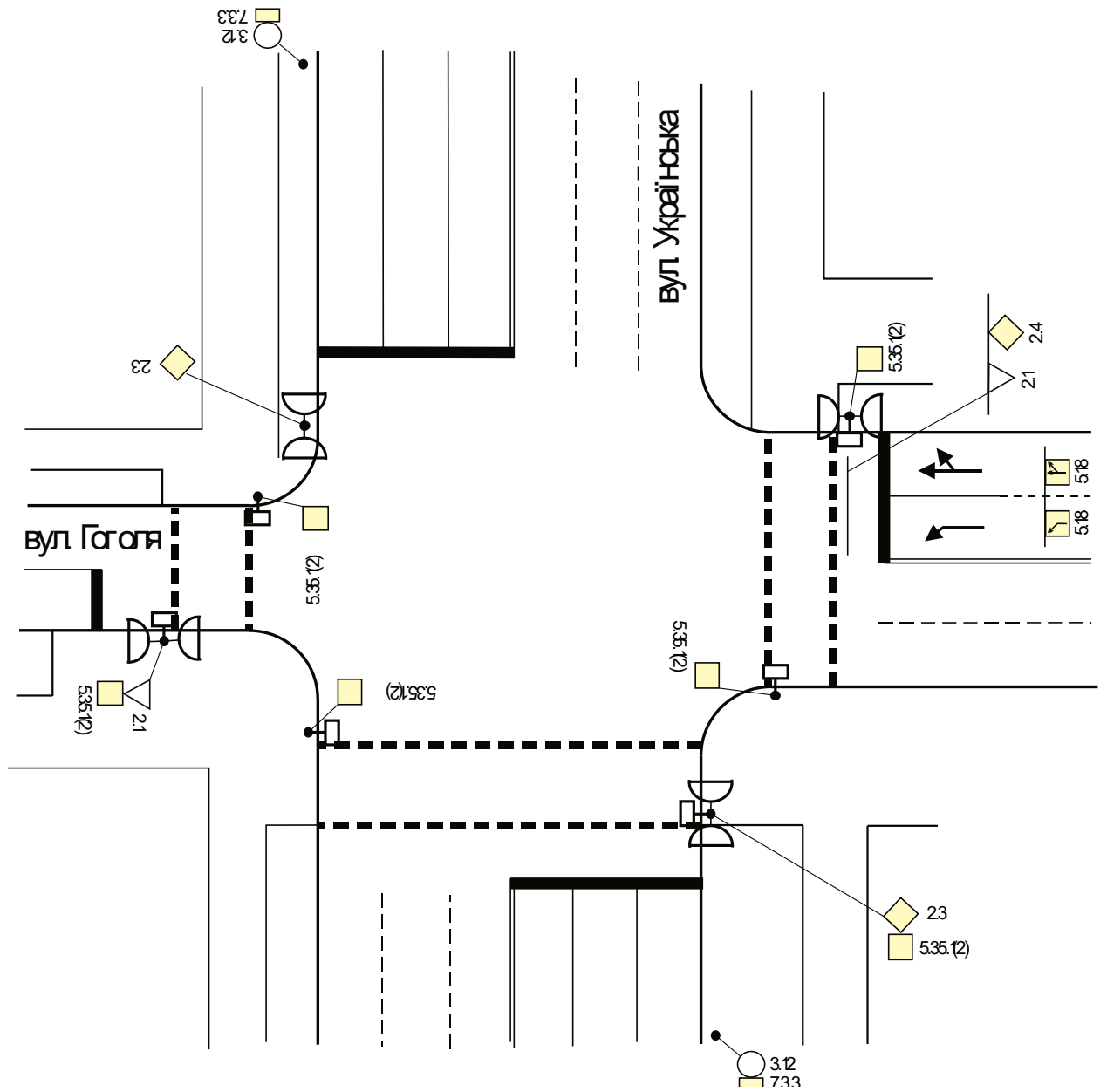


Рисунок 2.6 – Удосконалення схема організації руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Запропонована в дипломній роботі зміна схеми руху автобусного маршруту № 11 на зворотному напрямку потребує певних витрат на реалізацію. Перш за все це облаштування нової автобусної зупинки. Також, для підвищення безпеки руху при виконанні повороту ліворуч за новою схемою руху, на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя передбачено удосконалення схеми організації руху зі встановленням додаткових дорожніх знаків. На тому ж перехресті пропонується корегування системи управління, що повинно призвести до зменшення затримок транспорту на перехресті.

Отже, 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.

Розмір капітальних вкладень на дорожні знаки, 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:

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

де $C_{1\text{ зн}}$ – вартість встановлення одного дорожнього знаку із матеріалами включно;

$N_{\text{зн}}$ – 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
5.18	2	951	1902
5.45.1	1	1344	1344
Разом	3	-	3246

$$C_{вст.зн} = 361 \cdot 3 = 1083 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{зн}} = 3246 + 1083 = 4329 \text{ грн.}$$

Площа спорудження зупиночного пункту автобусів складає 77 м² (див. п. 2.1). Вартість спорудження 1 м² площі проїжджої частини приймаємо 2600 грн.

$$K_3 = 77 \cdot 2600 = 200200 \text{ грн.}$$

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

$$K = 4329 + 200200 = 204529 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати при організації дорожнього руху, грн. [8]:

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

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

Вартість обслуговування та ремонту обладнання, грн. [6]:

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

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

$$C_p = 204529 \cdot 5 / 100 = 10227 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, грн. [6]:

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

де n_a – норматив розміру амортизаційних відрахувань, %.

$$C_a = 204529 \cdot 24 / 100 = 49087 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати при організації дорожнього руху:

$$C_{експл} = 10227 + 49087 = 59314 \text{ грн.}$$

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		4		953
1.5		8		1906
1.6		1		238
1.14.2		12,5		2978
1.18		10,5		2501
Разом		44		10482

Загальні поточні витрати при організації дорожнього руху:

$$C_{поточ} = 59314 + 10482 = 69796 \text{ грн.}$$

Економія за рік завдяки зниженню транспортних затримок на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, грн [6]:

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

де $C_{тр}^p, C_{тр}^{нр}$ – 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 вул. Українська – вул. Гоголя, грн [6]:

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

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 вул. Українська – вул. Гоголя та режимів роботи світлофорних об'єктів на ньому із врахуванням реальних обсягів руху. Результати розрахунків приведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Величини затримок транспорту на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя

Значення затримок, год		Вартість затримок, грн	
було	буде	було	буде
28104	25459	2921880	2607221

Економія за рік завдяки зниженню транспортних затримок:

$$E = (2921880 - 2607221) - 69796 = 244863 \text{ грн.}$$

Річна економія більша за розмір капітальних вкладень. Тому можна стверджувати, що запропонована зміна схеми руху автобусів маршруту № 11 буде не тільки корисною для пасажирів, безпечно, але й економічно виправданою в разі реалізації заходів на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розглянуті питання поліпшення організації перевезень на автобусному маршруті № 11 шляхом підвищення рівня безпеки руху.

Для поліпшення комфорту пасажирів запропонована часткова зміна схеми руху автобусів маршруту № 11 у зворотному напрямку

Був виконаний ретельний аналіз організації дорожнього руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя, де після зміни схеми руху автобуси маршруту № 11 будуть виконувати поворот ліворуч. Для транспортних та пішохідних потоків на цьому перехресті була зібрана інформація щодо їх інтенсивностей та складу.

Була запропонована проєктування нового зупиночного пункту маршрутного пасажирського транспорту в провулку між проспектом Соборним та вулицею Першотравневою.

Для підвищення безпеки руху на перехресті вул. Українська – вул. Гоголя впроваджено диференціацію смуг руху на одному з підходів до перехрестя по вул. Гоголя. Це навіть потенційно знижую складність перехрестя взагалі. Також пропонуються зміни в режимах світлофорного регулювання рухом на перехресті, розроблені три різних режими з врахуванням добових змін інтенсивностей транспортних потоків на перехресті. Це дозволить до всього зменшити й загальні затримки транспорту на цьому перехресті.

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Паспорт автобусного маршруту № 11 регулярних перевезень «вул. Арочна – вул. Покровська» - 14 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. Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0160-95#Text> (дата звернення: 14.05.2023)
4. 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.
5. Правила дорожнього руху України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.05.2023)
6. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.