

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

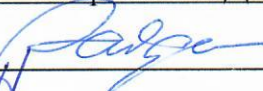
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ПРОСПЕКТУ СОБОРНОГО ТА ВУЛИЦІ
ТРОЇЦЬКОЇ М. ЗАПОРІЖЖЯ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи T-310м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

 Карина АБДУРАХІМОВА
(прізвище та ініціали)
Керівник  Ігор РАЙДА
(прізвище та ініціали)
Рецензент  Олександр АРТЮХ
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет _____ машинобудівний, транспортний
 Кафедра _____ «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти _____ магістр
 Спеціальність _____ 275 Транспортні технології

 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» 10 2021 року

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

Абдурахімової Карини Гаффоржонівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької м. Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) Райда Ігор Михайлович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 р. №426

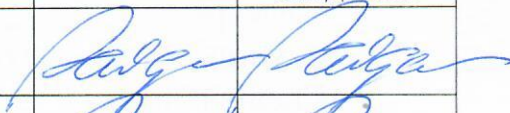
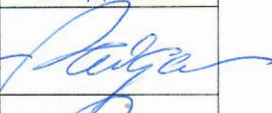
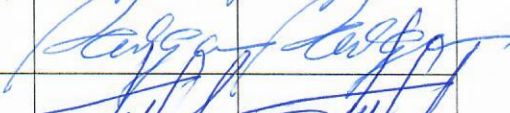
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

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. Основна частина. 2.1 Віднесення правого повороту за межі перехрестя з боку автовокзалу. 2.2 Дослідження існуючих характеристик транспортних потоків на ділянках вулиць Покровської та Олександрівської. 2.3 Організація дорожнього руху в нових умовах. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація магістерської роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

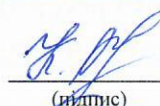
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Райда І.М., ст. викл.		
Основна частина	Райда І.М., ст. викл.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

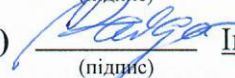
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)


(підпис)

Карина АБДУРАХІМОВА
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Ігор РАЙДА
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 76 с., 28 табл., 37 рис., 9 використаних джерел.

АВТОДОРОГА, БЕЗПЕКА РУХУ, ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНІЙ РУХ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ІНТЕНСИВНІСТЬ, ОСНОВНІ ТАКТИ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД, СВІТЛОФОР, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ЦИКЛ РЕГУЛЮВАННЯ

Об'єкт дослідження: дорожня мережа Олександрівського району м. Запоріжжя.

Мета роботи: розробити заходи щодо підвищення безпеки руху та зменшення затримок транспорту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької.

Методи дослідження: аналітичний, графічно-аналітичний.

У магістерській роботі досліджуються дорожні умови, основні характеристики транспортного та пішохідного потоків та аналізується коефіцієнт аварійності на дорожній мережі, враховується, збирається та аналізується статистичний матеріал дорожньо-транспортних пригод.

Аргументовано та розраховано відхилення руху праворуч від перехрестя. Запропоновано проектні рішення на маршруті відведення транспорту.

Запропоновані рішення підтверджуються економічними розрахунками.

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальна характеристика міста Запоріжжя.....	8
1.2 Особливості району міста, де розташоване перехрестя.....	11
1.3 Властивості об'єкта дослідження	12
1.4 Характеристика транспортних і пішохідних потоків.....	14
1.4.1 Інтенсивність та склад транспортного потоку.....	14
1.4.2 Швидкість транспортного потоку.....	21
1.4.3 Аналіз пішохідного руху.....	26
1.5 Особливості організації дорожнього руху на перехресті.....	28
1.6 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод.....	30
1.7 Існуючі недоліки та постановка задач на магістерську роботу....	33
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	34
2.1 Віднесення правого повороту за межі перехрестя з боку автовокзалу.....	34
2.2 Дослідження існуючих характеристик транспортних потоків на ділянках вулиць Покровської та Олександрівської	35
2.2.1 Дослідження інтенсивності та складу транспортних потоків.....	35
2.2.2 Аналіз існуючої схеми організації руху на ділянці.....	40
2.3 Організація дорожнього руху в нових умовах.....	44
2.3.1 Розрахунок пропускної спроможності вулиць Покровської та Олександрівської	44
2.3.2 Схема організації дорожнього руху на перехрестях пр.	

Соборний – вул. Покровська та вул. Олександрівська – вул. Покровська.....	48
2.3.3 Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Троїцька – вул. Олександрівська	53
2.3.4 Схема організації руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької	60
3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	65
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	74
Висновки.....	75
Перелік джерел посилання.....	76

ВСТУП

Дороги завжди були важливим елементом суспільства. На дорогах і дорожній мережі міст виникають проблеми, пов'язані з великими заторами автомобілів на окремих ділянках мережі, внаслідок чого вигоди від використання автомобільного транспорту значно зменшуються. Однією з проблем є зниження швидкості руху, утворення заторів, що в свою чергу збільшує собівартість перевезень, знижує продуктивність автомобільного транспорту, призводить до зниження безпеки руху. Ці проблеми стосуються і міста Запоріжжя.

Предметом магістерської роботи є перехрестя проспект Соборний – вул. Троїцька, що знаходиться в Олександрівському районі нашого міста. Це перехрестя є одним із найважливіших у цьому районі міста. Зменшення транспортних витрат у цьому місці та підвищення безпеки руху є основними питаннями, які розглядаються в магістерській роботі.

Місцеві транспортні потоки, а також транзитні транспортні потоки з Шевченківського району міста до Комунарського району та назад здійснюються вздовж розглянутої дорожньої мережі. Поліпшення умов дорожнього руху, збільшення пропускної здатності перехрестя та безпеки руху на ньому важливо для всього міста.

Саме ці питання розглядаються в магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика міста Запоріжжя

Місто Запоріжжя є одним із найбільших адміністративних, промислових та культурних центрів півдня України. Основна водна артерія України - річка Дніпро – протікає наскрізь міста Запоріжжя, яке знаходиться на перетині транспортно-комунікаційних коридорів, що з'єднують південь України зі сходом.

Відповідно до регіонального планування України, Запоріжжя займає важливе місце в системі розселення області та виконує функції обласного та районного центрів, кожен з яких має власну зону обслуговування.

Так, у зоні впливу Запоріжжя, обласного центру площею 2690 тис. га, мають місце 14 міст, 23 селища міського типу, значна кількість сіл і мешкає понад 2 млн осіб [1].

Міжрегіональна система розселення (приміська зона), що перебуває у віданні Запоріжжя, характеризується високим рівнем промислово-економічного розвитку області, високою сільськогосподарською площею та природним середовищем. До складу приміської зони входять Запорізький, Вільнянський, Оріхівський, Василівський та Каменсько-Дніпровський адміністративні райони Запорізької області загальною площею 760 тисяч гектарів. Є 5 міст, 6 селищ міського типу та близько 300 сільських поселень. Загальна чисельність населення становить близько 315 000 осіб [1].

Населення м. Запоріжжя станом на 1 грудня 2012 року: поточне населення – 770866 осіб, постійне населення – 766930 осіб. Густота населення області становить 2772 особи/км² [2].

Територія міста Запоріжжя в межах міста становить 33099 гектарів. Коефіцієнт споживання області на 1000 жителів становить 39 гектарів, що приблизно збігається з такими ж показниками для міських поселень України [2].

Значні площі водних територій становлять понад 4 тис. гектарів (12,8 %), близько 8 тис. гектарів промислових, комунальних і складських приміщень, приватних територій, 17,6 % міських земель використовується в сільському господарстві. Вільні міські землі, які становлять 1,6 % всієї території м. Запоріжжя, у плані міста фрагментовані та розпорошені [2].

Забудова міста розташована на обох берегах Дніпра. Лівобережна частина лінійна і дуже неоднорідна за функціональним районуванням. Житлові райони, розділені транспортними та комунікаційними коридорами, простягаються вздовж узбережжя і безпосередньо примикають до промислових зон. Як наслідок, значна частина резиденцій знаходиться у сфері впливу промислових підприємств.

Правобережжя міста є більш компактним і однорідним за функціональним зонуванням. Те, що промислові підприємства Хортицької промзони є більш «екологічними» щодо виробництва, не впливає негативно на житло.

Проте відносно екологічно чистий правий берег не має достатньо розвиненого транспортного сполучення з виробництвом (4 промислові зони міста розташовані на лівому березі) та центром міста.

Місто поділено на сім адміністративних районів: Вознесенівський, Дніпровський, Заводський, Комунарський, Олександрівський, Хортицький, Шевченківський.

Транспортна інфраструктура Запоріжжя включає зовнішню транспортну систему – залізничний, автомобільний, повітряний та водний (річний) транспорт – мережу магістральних вулиць і доріг, а також мережу пасажирського транспорту загального користування.

Запорізький залізничний вузол характеризується перетином двох основних ліній: Харків – Запоріжжя – Сімферополь та Кривий Ріг – Запоріжжя – Донецьк [2].

Зовнішні автобусні пасажирські перевезення здійснюють три автостанції та одна автовокзал. Перевезення здійснюють підприємства різних

форм власності. Міська маршрутна мережа поєднує усі райони міста і складається з електротранспорту (тролейбуси, трамваї) та автотранспорту.

Електротранспорт в місті Запоріжжі обслуговується комунальним підприємством «Запоріжелектротранс» з двома трамвайними депо та двома тролейбусними парками. Трамвайний транспорт пропонує 12 маршрутів, тролейбусний – 13 маршрутів. Довжина маршруту електротранспорту: трамвай - 189,5 км, тролейбус - 331,3 км [3].

Автотранспорт обслуговує більше 100 автобусних маршрутів, загальна довжина яких близько 2000 км [2].

Мережа зовнішніх автомобільних доріг включає дорогу загальнодержавного значення, що з'єднує Дніпро, Харків, Полтаву, центральні та південні області України, Чорноморське та Азовське узбережжя.

Вантажні та пасажирські перевезення річковим транспортом здійснюють два порти, розташовані на лівому березі у верхній та нижній ділянках Дніпровської ГЕС. Повітряний рух забезпечує аеропорт Запоріжжя, розташований у північно-східній частині міста.

Сучасна магістральна вулично-дорожня мережа міста представлена автомобільними дорогами міськрайонного значення. Транспортне сполучення між лівим і правим берегами здійснюється мостами через Дніпровську греблю та острів Хортиця. Зараз будується новий мостовий перехід.

Довжина мережі Запорізьких автомобільних доріг – 997,0 км, з них 689,1 км – асфальтобетон, 27,3 км – бруківка, 155,68 км – гравій, 124,25 км – ґрунт [2].

1.2 Особливості району міста, де розташоване перехрестя

У 1770 році на території сучасного Олександрівського району була заснована Олександрівська фортеця, яка дала початок м. Олександрівськ. У 1921 році місто Олександрівськ змінило назву на місто Запоріжжя [2].

Загальна площа району 11,2 км². Населення станом на 1 грудня 2012 року: поточне населення – 70479 осіб, постійне населення – 70209 осіб [2].

Станом на 2012 рік в Олександрівському районі зареєстровано 201328 автотранспортних засобів, з них 28729 належать юридичним особам, 172599 – фізичним особам. З них 4418 автобусів і 24562 вантажівок [2].

В Олександрівському районі 63 вулиці, 13 провулків, 5 площ, 13 скверів, Центральний парк культури та відпочинку «Дубовий гай» та парк «Студентський». Територію району перетинає центральна вулиця міста – проспект Соборний. Кількість вулиць у районі становить 83 одиниці, які розташовані на площі в 85,7 гектарів. Довжина дорожньої мережі 118,0 км, з них 85,2 км – асфальтобетонна, 7,2 км – бруківка, 17,0 км – гравійна, 8,6 км – ґрунтова дорога [2].

Торгівля, банківська справа, машинобудування та транспорт, зв'язок, легка промисловість, виробництво та розподілення води та тепла, будівництво, нерухомість, юридичні послуги, освіта, видавнича справа є основними галузями господарства Олександрівського району.

Основними магістральними дорогами в цьому районі є:

- проспект Соборний;
- Набережна магістраль;
- вулиця Українська;
- вулиця Троїцька.

Другий за значимістю залізничний вокзал Запоріжжя-2 розташований у Олександрівському районі.

У цьому регіоні розташовані три найбільші університети: національний університет «Запорізька політехніка», Запорізький національний університет, Класичний приватний університет.

Одним з найбільших центрів притягнення місцевого населення є найбільший у місті Запоріжжя ринок «Центральний». Щодня його відвідує велика кількість людей не тільки з міста, а й із області. Ринок є місцем продажу не тільки продуктів харчування, а й будівельних матеріалів, сантехніки, меблів, техніки, одягу та взуття та ін.

1.3 Властивості об'єкта дослідження

Об'єктом дослідження в магістерській роботі є перехрестя проспекту Соборного та вулиці Троїцької, що знаходиться в Олександрівському районі Запоріжжя.

Вулиця Троїцька – одна з вулиць районного значення, що з'єднує Олександрівський район із Шевченківським районом м. Запоріжжя. Перехрестя обладнано світлофорами.

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Троїцької є хрестоподібним. Проїжджі частини вулиць перетинаються під кутом 90° . Вулиця Троїцька має поздовжній ухил 11° від вулиці Поштової до проспекту Соборного і $9-15^\circ$ від проспекту Соборного до вулиці Олександрівської.

Проспект соборний має по дві смуги в кожную сторону. Протитоки транспорту відокремлюються дорожньою розміткою. Ширина проспекту Соборного на цьому перехресті становить 15 м, ширина першої смуги в обидва боки – 4 м, другої – 3,5 м.

Вулиця Троїцька має ширину 9 м на вулиці Олександрівській і 11,5 м на вулиці Поштовій. Вулиця Троїцька має дві смуги – по одній у кожную сторону.

1.4 Характеристика транспортних і пішохідних потоків

1.4.1 Інтенсивність і склад транспортного потоку

Для аналізу рівня організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької необхідно зібрати інформацію про основні характеристики транспортно-пішохідних потоків. Основними такими характеристиками є інтенсивність транспортних і пішохідних потоків, а також швидкість і склад транспортних потоків.

У вересні 2021 року було проведено дослідження інтенсивності руху транспорту та пішоходів. Протягом досліджуваного періоду погода була значною мірою без опадів, температура повітря коливалася від 20°C до 25°C, середня швидкість вітру 5 м/с.

При розрахунку 1-го напрямку беремо трафік, що рухається проспектом Соборним в напрямку автовокзалу. Напрямок 2 вважається потік, що рухається від вулиці Поштової. Напрямок 3 - це транспортний потік, який рухається проспектом Соборним від автовокзалу. Напрямок 4 - потік, що рухається з вулиці Олександрівської.

Також, якщо необхідно розділити потік на потоки праворуч-ліворуч, позначаємо їх номером основного потоку з крапкою:

- лівоповоротні потоки позначаються цифрою 1;
- прямі потоки позначаються цифрою 2;
- правосторонні потоки позначаються цифрою 3.

Наприклад, потік, що рухається з вулиці Поштової і повертає ліворуч, позначаємо як 2.1.

Дані інтенсивностей та складу транспортного потоку наведені в таблицях 1.1-1.6.

Таблиця 1.1 - Результати дослідження інтенсивності руху на перехресті з 08:00 до 9:00 у вівторок

Тип транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт./год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
автомобіль	-	340	36	48	56	88	-	552	316	232	64	68
мікроавтобус	-	80	-	-	-	-	-	136	68	60	-	-
автобус	-	32	-	-	-	-	-	36	18	22	-	-
тролейбус	-	20	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-

Таблиця 1.2 - Результати дослідження інтенсивності руху на перехресті з 12:00 до 13:00 у вівторок

Тип транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт./год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
автомобіль	-	316	44	56	64	80	-	340	288	216	52	76
мікроавтобус	-	88	-	-	-	-	-	108	36	40	-	-
автобус	-	32	-	-	-	-	-	44	12	19	-	-
тролейбус	-	20	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-

Таблиця 1.3 - Результати дослідження інтенсивності руху на перехресті з 17:00 до 18:00 у вівторок

Тип транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт./год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
автомобіль	-	324	48	48	52	92	-	576	324	228	84	72
мікроавтобус	-	108	-	-	-	-	-	128	52	48	-	-
автобус	-	33	-	-	-	-	-	36	10	21	-	-
тролейбус	-	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-

Таблиця 1.4 - Результати дослідження інтенсивності руху на перехресті з 08:00 до 9:00 у неділю

Тип транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт./год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
Автомобіль	-	228	24	64	48	64	-	480	371	236	68	72
мікроавтобус	-	123	-	-	-	-	-	160	102	80	-	-
автобус	-	24	-	-	-	-	-	20	27	20	-	-
тролейбус	-	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-

Таблиця 1.5 - Результати дослідження інтенсивності руху на перехресті з 12:00 до 13:00 у неділю

Тип транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт./год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
автомобіль	-	344	36	44	32	84	-	420	222	248	84	52
мікроавтобус	-	172	-	-	-	-	-	168	72	80	-	-
автобус	-	18	-	-	-	-	-	20	9	28	-	-
тролейбус	-	30	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-

Таблиця 1.6 - Результати дослідження інтенсивності руху на перехресті з 17:00 до 18:00 у неділю

Тип транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт./год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
автомобіль	-	180	8	32	24	76	-	192	392	188	64	64
мікроавтобус	-	152	-	-	-	-	-	152	48	60	-	-
автобус	-	12	-	-	-	-	-	24	9	8	-	-
тролейбус	-	18	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-

Виконавши аналіз отриманих інтенсивностей руху, можна відзначити, що на проспекті Соборному немає явних годин пікового руху, за винятком ранкової поїздки від автовокзалу. Вулиця Троїцька має стандартні пікові періоди – ранок та вечір. Проте останній у вихідні дні практично відсутній.

Склад транспортного потоку вимірюється відсотком між кількістю різних типів транспортних засобів на цій ділянці дорожньої мережі. Склад транспортного потоку впливає на завантаженість доріг насамперед від різниці габаритних розмірів транспортних засобів і відображає загальний склад міського парку. Склад потоку не є однаковим в різних точках вулично-дорожньої мережі, і ця відмінність пов'язана насамперед з роллю даної ділянки вулиці чи магістралі в загальній транспортній схемі міських вантажних і пасажирських перевезень.

Найбільшу кількість складають легкові автомобілі. Наступним важливим елементом транспортного потоку проспектом Соборним є маршрутні мікроавтобуси. Склад транспортного потоку наведено на рисунках 1.3, 1.4 та слайді № 4.

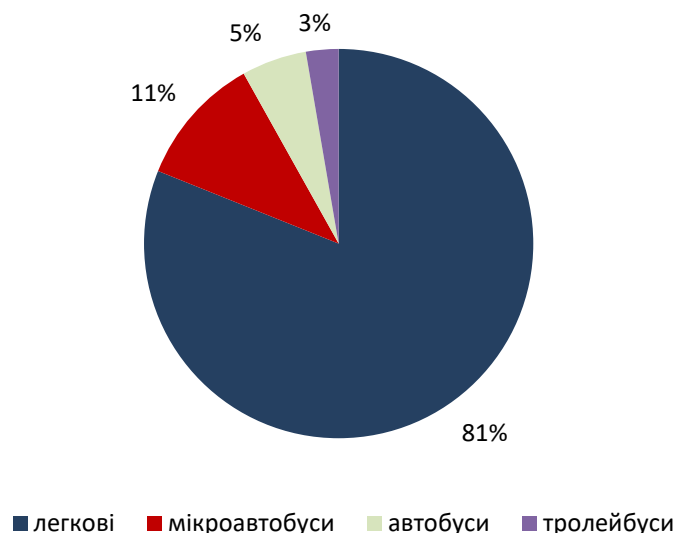


Рисунок 1.3 - Склад транспортного потоку на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької по буднях

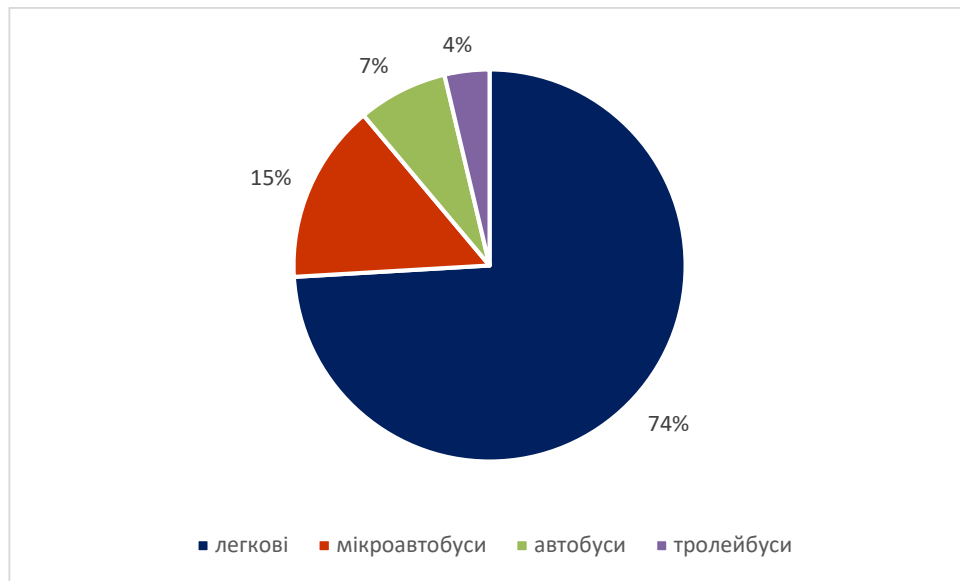


Рисунок 1.4 - Склад транспортного потоку на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької у вихідні дні

Враховуючи склад потоку, розраховуємо приведену інтенсивність руху в напрямках за формулою [4]:

$$N_{np} = N_l + N_m k_{np.m} + N_a k_{np.a} + N_{tr} k_{np.tr}, \quad (1.1)$$

де N_l , N_m , N_a , N_{tr} – фактична інтенсивність руху відповідно легкових автомобілів, мікроавтобусів, автобусів та тролейбусів;

$k_{np.m}$, $k_{np.a}$, $k_{np.tr}$ – коефіцієнти приведення до умовного легкового автомобіля відповідно для мікроавтобусів, автобусів та тролейбусів ($k_{np.m} = 1,5$; $k_{np.a} = 3$; $k_{np.tr} = 3$).

Приведена інтенсивність руху розраховується для всіх напрямків руху. Напрямки руху на перехресті наведені на рисунку 1.5. Результати розрахунків приведеної інтенсивності зведені в таблиці 1.7 та 1.8.

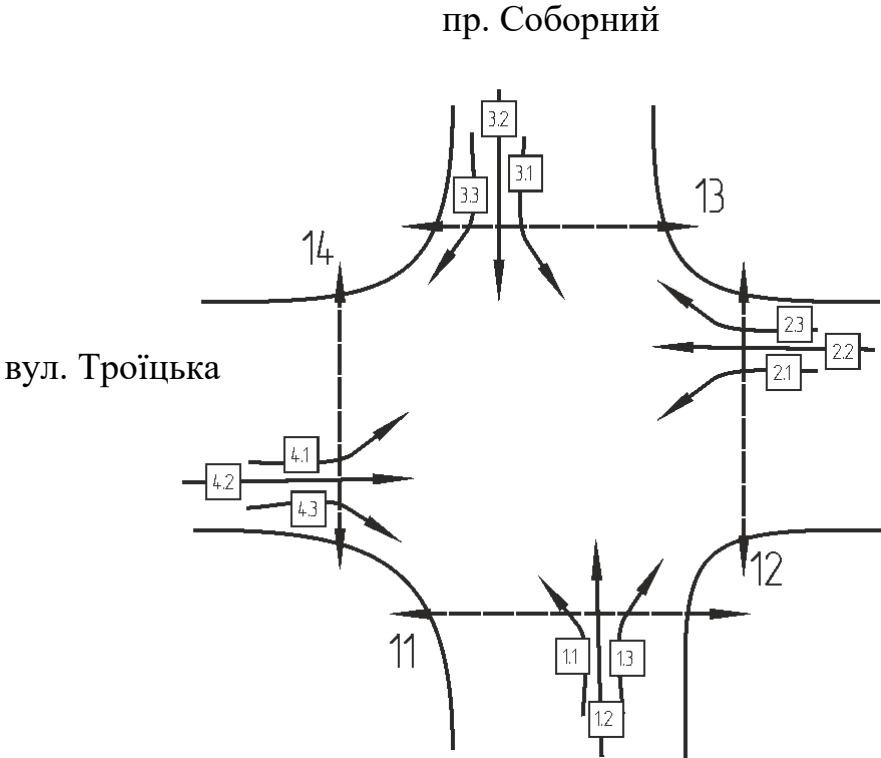


Рисунок 1.5 – Напрямки руху на перехресті

Таблиця 1.7 – Приведена інтенсивність руху на перехресті в будні дні

Час	Інтенсивність руху, од/год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
8:00 - 9:00	0	676	36	48	56	88	0	1014	514	412	64	68
12:00 - 13:00	0	634	44	56	64	80	0	724	390	354	52	76
17:00 - 18:00	0	684	48	48	52	92	0	1062	450	363	84	72

Таблиця 1.8 - Приведена інтенсивність руху на перехресті у вихідні дні

Час	Інтенсивність руху, од./год											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
8:00 - 9:00	0	557	24	64	48	64	0	852	605	416	68	72
12:00 - 13:00	0	746	36	44	32	84	0	792	357	452	84	52
17:00 - 18:00	0	498	8	32	24	76	0	564	491	302	64	64

Однією з найважливіших причин необхідності розширення дороги є збільшення інтенсивності руху, що призводить до зниження швидкості та заторам на частинах дороги, а відповідно до різкого погіршення якості руху транспорту. Щоб запобігти погіршенню умов дорожнього руху та вжити відповідних заходів для покращення стану доріг, існує потреба в оцінці інтенсивності руху на майбутні часові періоди, яка може базуватися в основному на попередніх записах інтенсивності дорожнього руху.

На основі спостережень, зроблених протягом кількох років, можна визначити тенденцію збільшення інтенсивності руху, що визначається шляхом екстраполяції ретроспективних даних. До того ж до отриманої інтенсивності також додаються потоки вантажів від підприємств, які будуватимуться в майбутньому і впливатимуть на інтенсивність руху на дорозі, яка розглядається. Від правильно обраної гіпотези зміни в цьому процесі залежить точність оцінки інтенсивності руху.

Тому при виборі гіпотези зміни інтенсивності руху за кілька років потрібно враховувати характер розвитку дорожньої території та зростання транзитного руху.

Прогнозована інтенсивність руху розраховується за такою формулою [4]:

$$N_t = N_0(1 + \alpha)^t, \quad (1.2)$$

де N_t - інтенсивність руху в розрахунковому році, авт./добу;

N_0 - інтенсивність руху поточного року, авт./добу (за спостереженнями);

α - коефіцієнт збільшення інтенсивності руху;

t - розрахунковий період прогнозу, роки.

Збільшення інтенсивності для великих міст України становить приблизно 1%. Інтенсивність розрахована на п'ять років та наведена в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Розрахункова інтенсивність руху на перехресті

Перехрестя	Фактична інтенсивність за 2021 рік	Прогнозована інтенсивність руху, од/год				
		2022 рік	2023 рік	2024 рік	2025 рік	2026 рік
пр. Соборний – вул. Троїцька	2976	3006	3036	3067	3097	3128

Параметри інтенсивності транспортного потоку на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької наведені на слайді 5.

1.4.2 Швидкість транспортного потоку

Швидкість - важлива характеристика транспорту та експлуатаційної якості автомобільних доріг. За величиною швидкості можна оцінити ступінь безпеки руху, комфорту та зручності пересування, економічної ефективності руху. Величина швидкості постійно змінюється. Зміни ці пов'язані з характеристиками дорожнього стану та з інтенсивністю руху транспорту.

Транспортний потік на міських вулицях і дорогах формується під впливом багатьох факторів:

- інтенсивність і кількість смуг руху;
- ширина проїзних частин і узбіч;
- розміри і довжина поздовжнього схилу;
- радіус вигинів у плані;
- стан проїзної частини та узбіччя в залежності від погодно-кліматичних факторів;

- склад і густина транспортного потоку;
- частота перехресть та ступінь узгодженості їх роботи;
- ступінь ізоляції транспорту від пішохідного руху;
- спосіб організації дорожнього руху.

Склад транспортного потоку істотно впливає на швидкість його руху. Середні швидкості та кількість обгонів залежать від складу.

Водії намагаються підтримувати потрібну швидкість під час руху по дорозі та у вільних умовах. Підвищення інтенсивності руху вимушує виконувати обгони для підтримки цієї швидкості, а також призводить до зниження швидкості при неможливості обгону.

Сукупна дія всіх цих факторів призводить до встановлення певного рівня швидкості на дорозі. Зміна швидкості руху є випадковим явищем через випадковий вплив усіх активних факторів. Це необхідно враховувати при розрахунку швидкостей, щоб отримати значення, близькі до фактичної швидкості, яка є на реальних дорогах.

Швидкість руху в основному визначається стаціонарними методами спостереження. Для вимірювань використовуються секундоміри, спідометри, радар.

Визначення швидкості автомобілів за допомогою радара засноване на використанні ефекту Допплера, який показує різницю між частотами випромінюваних і відбитих електромагнітних хвиль, що спрямовані на автомобіль, який рухається. Радар необхідно розташовувати під певним кутом відносно напрямку руху на відстані 15 -20 м від осі дороги.

Для вимірювання швидкості залучили прилад «Іскра-1». Це універсальний радар. Він реалізує багато режимів роботи, виконує виділення цілі у фіксованому положенні та в русі по напрямках руху. В таблиці 1.10 надані технічні характеристики пристрою.

Таблиця 1.10 - Характеристики радару «Іскра-1» [5]

Параметр	Значення
Робоча частота	24,15 ± 0,1 ГГц (діапазон К)
Дальність виявлення, не менше	500 - 800 метрів
Діапазон швидкостей	30 - 220 км / год
Абсолютні межі похибки вимірювання допустимої швидкості	± 2,0 км/год
Час вимірювання швидкості	не більше 1,0 секунди
Вибір найшвидшої цілі	коли швидкість групи менша на 4 км/год
Кількість осередків пам'яті	2
Час для збереження значення швидкості в кожному з осередків пам'яті	не менше 10 хвилин
Допустимий безперервний робочий час	не менше 16 годин
Час встановлення робочого режиму після включення	не більше 3 секунд
Середнє споживання електроенергії	не більше 8 Вт
Автономне джерело живлення	від 6 до 24 годин без зарядки. Залежить від обраного типу батареї
Напруга живлення	11 - 16 В
Вага	не більш 0,9 кг (без акумулятора)
Габаритні розміри	не більше 265x180x65 мм
Допустимі граничні температури	- 50 ° С + 55 ° С
Середній час до відмови	5000 годин

Діапазон якісного визначення номеру автомобіля - 100 метрів.

Рекомендована кількість вимірювань – 30 при обсязі руху більше 200 автомобілів/год [4]. Зі збільшенням інтенсивності руху кількість вимірювань зменшується, оскільки швидкість транспортних засобів у потоці поступово стає рівною. Дані, отримані в результаті спостережень щодо швидкості руху, обробляються за допомогою математичних статистичних методів. Спочатку всі отримані значення швидкості об'єднуються в групи. Величина груп приймається за 5 км/год. Для кожної групи визначають частоту і звичайну та накопичену частість.

Частота – це кількість автомобілів, яка рухаються зі швидкістю, що відповідає однієї з обраних груп.

Частість – це відношення частоти групи до загальної кількості вимірювань, виражене у відсотках.

Накопичена частість – це впорядкована сума частот кожної групи.

Отримані спостереження швидкості руху зведені в таблицю 1.11.

Таблиця 1.11 - Спостереження швидкості руху

Група, км/год	Частота, шт.	Частість, %	Накопичена частість, %
Ділянка від перехрестя пр. Соборний - вул. Тургенєва до вулиці Троїцької			
20.1-25	4	8	8
25.1-30	0	0	8
30.1-35	2	4	12
35.1-40	0	0	12
40.1-45	9	18	30
45.1-50	3	6	36
50.1-55	9	18	54
55.1-60	16	32	86
60.1-65	2	4	90
65.1-70	4	8	98
70.1-75	1	2	100

Всього	50	100	-
--------	----	-----	---

Згідно з таблицею 1.11 виконується розподіл швидкостей та викреслюється кумулятивна крива, на якій по осі ординат відкладено частість, а по осі абсцис – групи (див. рисунок 1.6).

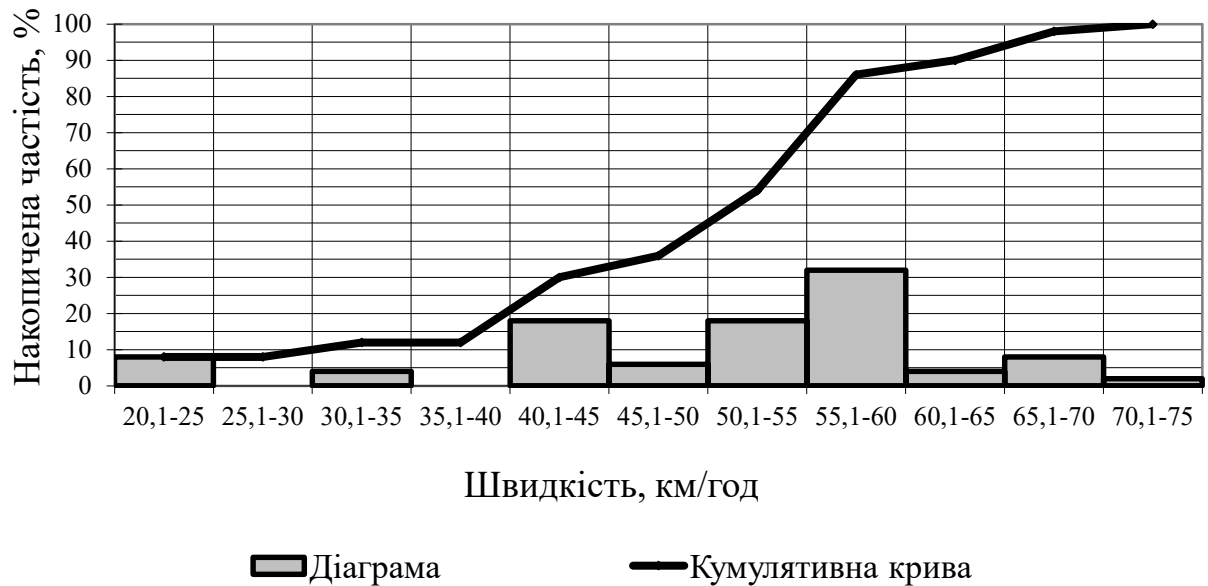


Рисунок 1.6 – Обробка спостережень швидкості руху на ділянці проспекту Соборного

Особливу увагу при аналізі зібраного матеріалу приділяють швидкостям руху 15%, 50%, 85% і 95% забезпеченості. Ці показники швидкості отримують з кумулятивної кривої.

З кривих розподілу отримують середні швидкості, які практично відповідають швидкості 50 %, що вказує на швидкість, з якою рухається більша частина автомобілів.

Швидкість, що становить 15 %, вказує на швидкість, з якою рухається найповільніший потік транспорту, який стає причиною небезпечних подій, пов'язаних із обгоном.

Швидкість, що становить 85 %, це швидкість руху найшвидшої частини автомобільного потоку. Значення цієї швидкості використовується в подальшому при організації дорожнього руху.

Значення швидкості, які становлять 95%, показують швидкість найшвидших автомобілів, які рухаються з ризиком виникнення дорожньо-транспортної пригоди.

Виконуємо аналіз кумулятивної кривої та знаходимо рівень безпеки 15, 50 85, 95%. Їх значення занесені в таблицю 1.12.

Таблиця 1.12 – Швидкості, отримані в результаті аналізу кумулятивної кривої

Швидкість 15%, км/год	Швидкість 50%, км/год	Швидкість 85%, км/год	95% швидкість, км/год
38	52	57	65

На слайді № 6 наведено матеріали щодо швидкості транспортних потоків.

1.4.3 Аналіз пішохідного руху

Рух автомобільного транспорту, а також пішохідний рух вулицями міста є предметом дослідження щодо вибору методу його регулювання та розробки різноманітних планувальних заходів для покращення умов дорожнього руху та підвищення безпеки.

Пішохідні потоки значною мірою визначають характер транспортного процесу в цілому, а якість організації пішохідного руху значно впливає на рівень аварійності.

Створення оптимальних умов для руху пішоходів є для організації дорожнього руху в сучасних міських умовах основною метою. У цьому випадку оптимальність умов дорожнього руху полягає в тому, щоб пішоходи могли вільно обирати напрямок і швидкість свого руху за умови безпеки в межах пішохідної доріжки. Через це виникає потреба в інформації, яка відображає основні характеристики пішохідного руху.

Як і для транспортних потоків, основними показниками, які характеризують рух пішоходів, є інтенсивність, густина та швидкість руху.

Сумарне навантаження тротуару характеризує інтенсивність пішохідних потоків, що визначається кількістю пішоходів, які перетинають перетин пішохідної доріжки за період спостереження.

Були виконані відповідні спостереження пішохідного руху на перехресті, згідно зазначених на рисунку 1.5 напрямків руху.

Для пішохідного руху на 11-му напрямку беремо пішохідний потік, що рухається проспектом Соборним від вулиці Тургенєва. 12-им напрямком вважатиметься пішохідний потік, що перетинає вулицю Троїцьку з боку вулиці Поштової. Напрямок 13 – це потік пішоходів, що перетинають проспект Соборний з боку від автовокзалу. Потік, що проходить від вулиці Олександрівської, вулицею Троїцька, це 14-й напрямок.

У таблиці 1.13 наведені інтенсивності руху пішоходів за зазначеними напрямками.

Таблиця 1.13 - Інтенсивність пішохідного руху на перехресті

Перехрестя	Інтенсивність, піш/год			
	11-й	12	13	14
проспект Соборний - вул. Троїцька	463	186	372	628

На перехресті слід відзначити значний пішохідний рух, особливо з вулиці Олександрівської по вулиці Троїцькій.

1.5 Особливості організації дорожнього руху на перехресті

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Троїцької облаштовано світлофорами. До складу світлофорного об'єкту входять транспортні світлофори та пішохідні. Регулювання проводиться стандартним двофазним циклом.

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Троїцької працює в загальному режимі узгодження світлофорних об'єктів по проспекту Соборному із довжиною циклу регулювання 81 секунда. Циклограма світлофорного об'єкту на перетині проспекту Соборного та вулиці Троїцької зображено на рисунку 1.7 та слайді № 7.



Напрямки руху:

- 1 – проспектом Соборним від вулиці Тургенєва
- 2 – проспектом Соборним від автовокзалу
- 3 – вулицею Троїцькою від вулиці Олександрівської
- 4 – вулицею Троїцькою від вулиці Поштової
- 5 – пішохідний рух через вулицю Троїцьку з боку вулиці Олександрівської
- 6 – пішохідний рух через вулицю Троїцьку з боку вулиці Поштової
- 7 – пішохідний рух через проспект Соборний з боку автовокзалу
- 8 – пішохідний рух через проспект Соборний з боку вулиці Тургенєва

Рисунок 1.7 - Циклограма світлофорного об'єкта на перехресті

Рух на перехресті регулюється також дорожніми знаками та дорожньою розміткою.

Діюча схема організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької показана на рисунку 1.8 та на слайді № 8.

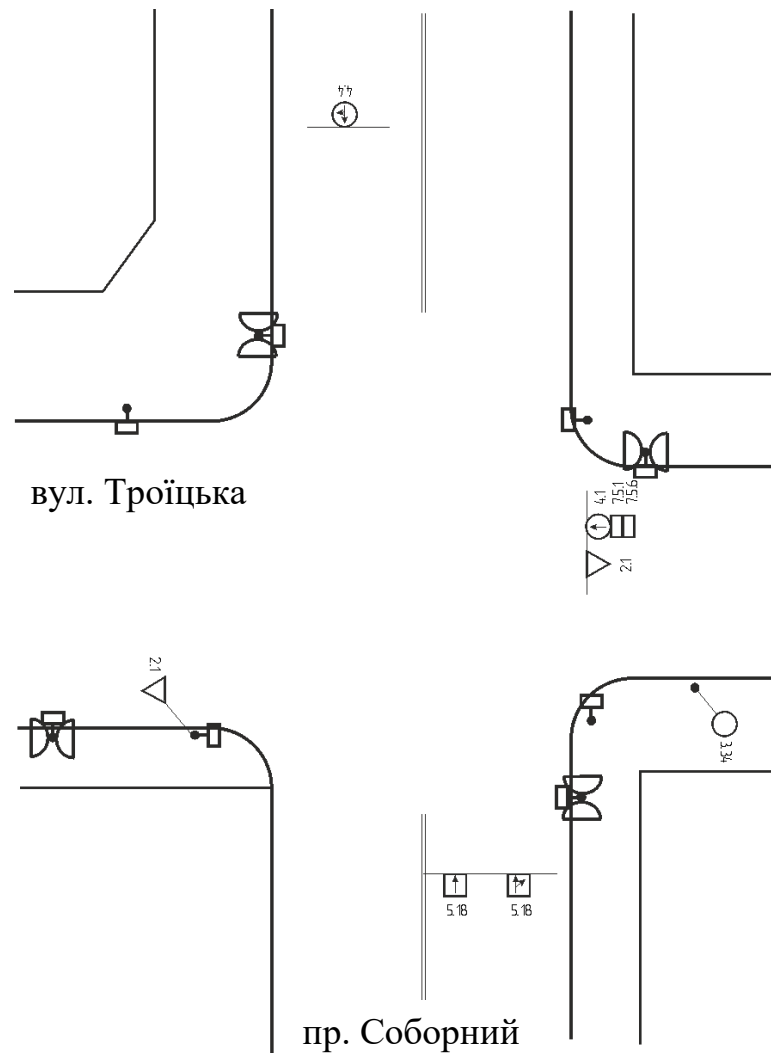


Рисунок 1.8 – Діюча схема організації дорожнього руху на перехресті

1.6 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) - це порушення нормального ходу руху транспортних засобів, що призвело до травмування людей або пошкодження майна.

На підставі аналізу дорожньо-транспортних пригод та інспекцій автомобільних доріг у 16 містах України було виявлено, що близько 70 % ДТП за участю постраждалих відбуваються в так званих місцях концентрації ДТП. Загальна протяжність таких ділянок становить 7 – 10 % загальної протяжності вулично-дорожньої мережі.

Статистика аварій за останні роки на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької показана в таблиці 1.14, на рисунку 1.9 та на слайді № 9.

Таблиця 1.14 - Статистика аварій

2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік
4-0-0	7-0-0	10-0-2	10-0-6

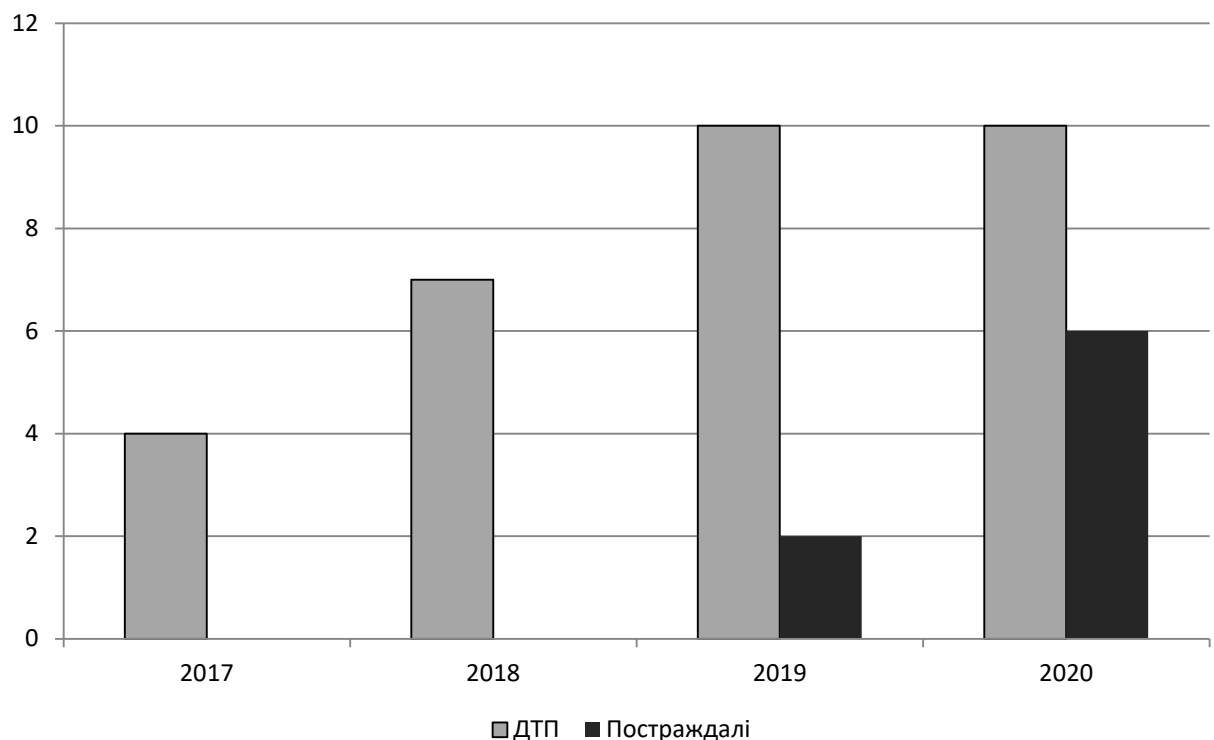


Рисунок 1.9 – Статистика ДТП на перехресті

Аналіз дорожньо-транспортних пригод за їх видами та причинами наведено у таблицях 1.15 та 1.16 та на рисунках 1.10 та 1.11 відповідно.

Таблиця 1.15 - Аналіз аварій за видами.

Зіткнення	Наїзд на пішохода	Наїзд на нерухомий транспортний засіб
14-0-1	16-0-7	1-0-0

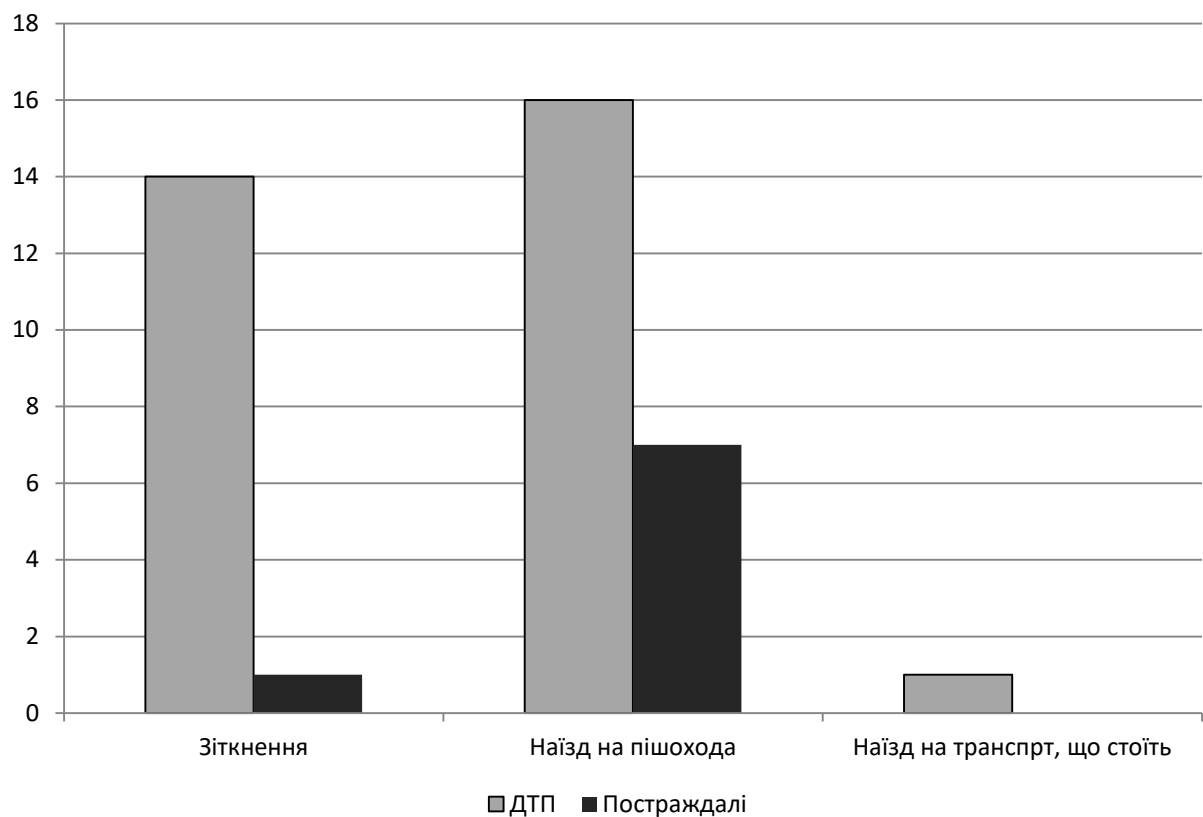


Рисунок 1.10 – Аналіз ДТП на перехресті за видами

Таблиця 1.16 - Аналіз аварій за причинами

Швидкість	Обгін	Ненадання пріоритету в русі	Не надання пріоритету пішоходам	Порушення правил дорожнього руху пішоходами	Маневрування
-----------	-------	-----------------------------	---------------------------------	---	--------------

5-0-1	-	6-0-0	8-0-5	5-0-2	7-0-0
-------	---	-------	-------	-------	-------

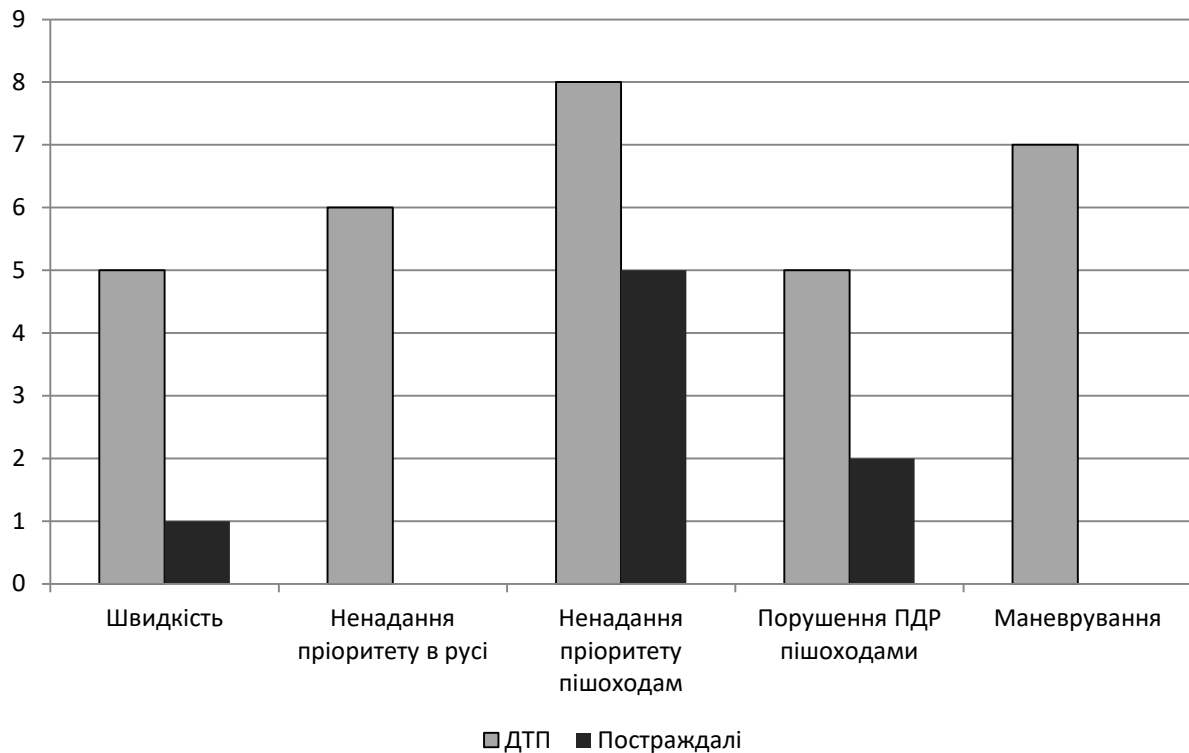


Рисунок 1.11 – Аналіз ДТП за причинами

Зіткнення та наїзди на пішоходів є основними видами ДТП на розглянутій території. Особливу увагу слід звернути на наявність значної кількості дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних із пішоходами, та наявність постраждалих осіб в цих ДТП. Тому перехрестя потребує деяких покращень в організації дорожнього руху для підвищення безпеки руху в цілому.

На слайдах №№ 10, 11 наведено аналіз дорожньо-транспортних пригод на зазначеній вулично-дорожній мережі.

1.7 Поточні недоліки та визначення завдань на магістерську роботу

Розглядаючи схему організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької та оцінюючи поточний рівень безпеки руху транспорту та пішоходів, можна виділити такі недоліки:

- наявність значної кількості дорожньо-транспортних пригод з участю пішоходів;
- значні затримки руху на перехресті проспектом Соборним при повороті праворуч у бік вулиці Олександрівської через велику кількість пішоходів, що рухаються одночасно із звертаючим потоком транспорту;
- порушення вимог стандарту щодо розміщення дорожніх знаків на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької;
- невідповідність технічних засобів організації дорожнього руху існуючій схемі руху на перехресті.

Для усунення цих недоліків та підвищення безпеки руху транспорту та пішоходів на ділянці рекомендується розглянути можливість відведення транспортного потоку, що звертає праворуч з проспекту Соборного на вулицю Троїцьку в бік вулиці Олександрівської (до Шевченківського району міста) за межі перехрестя, що значно зменшить затримки руху на перехресті для найбільш завантаженого транспортного напрямку (від автовокзалу) та усуне конфлікт транспорту з найінтенсивнішим пішохідним потоком на перехресті.

Пропонується відвести потік через вулиці Покровську та Олександрівську.

За рахунок усунення наявних недоліків та забезпечення всіма необхідними технічними засобами буде змінено схему організації дорожнього руху на перехресті в бік покращення.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Віднесення правого повороту за межі перехрестя з боку автовокзалу

Найбільш гострою проблемою перехрестя проспекту Соборного і вулиці Троїцької є значні затримки транспортного потоку на проспекті з боку автовокзалу.

З цього боку перехрестя на підході має дві 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 Троїцьку на зелений сигнал світлофору. Цей пішохідний перехід є самим інтенсивним 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 проспекту Соборного з вулицею Троїцькою пропонується віднесення правого повороту з проспекту на Троїцьку 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. Крім цього, це дозволить усунути конфлікт транспорту з найінтенсивнішим пішохідним потоком перехрестя.

Відведення транспортного потоку пропонується виконувати через вулиці Покровську та Олександрівську з виходом на вулицю Троїцьку вище

перехрестя пр. Соборний – вул. Троїцька. Запропонований маршрут зазначений на рисунку 2.1 та слайді № 12.

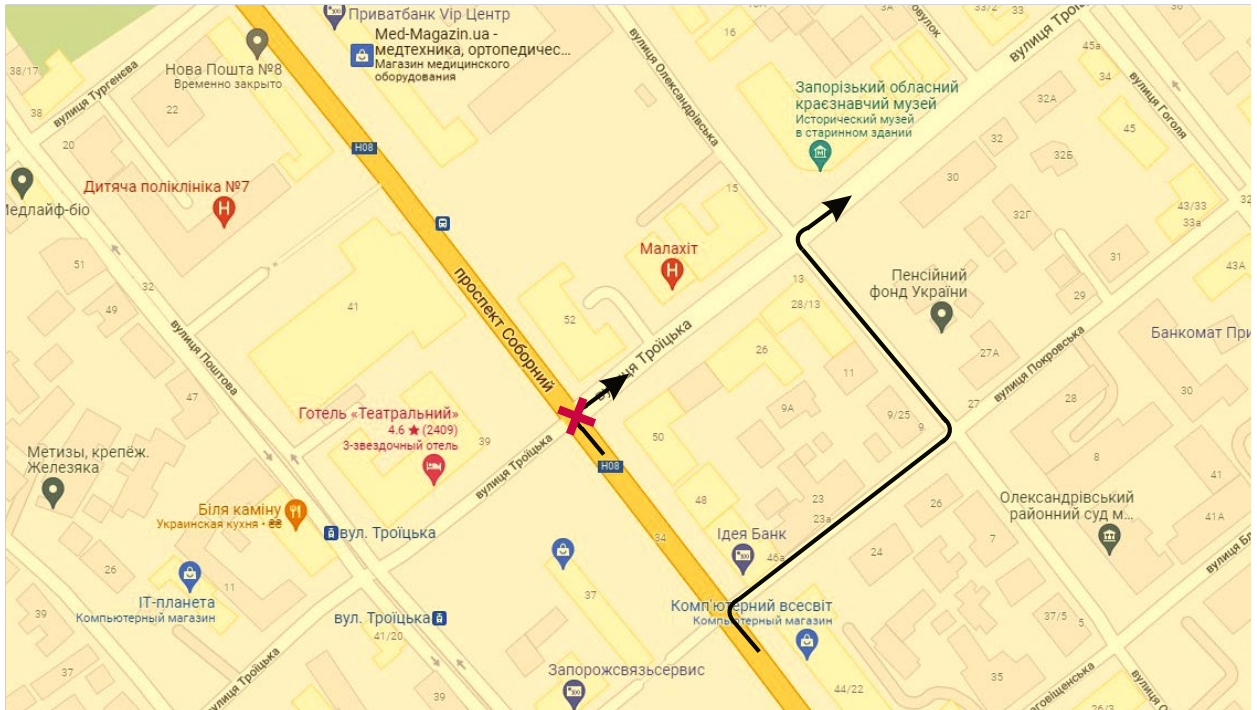


Рисунок 2.1 – Схема відведення правоповоротного потоку

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 вулиць Покровської та Олександрівської

2.2.1 Дослідження інтенсивності та складу транспортних потоків

Вулиця Покровська

Вулиця Покровська є вулицею районного значення.

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

Було спостережено інтенсивності руху транспортних потоків на перехрестях пр. Соборний – вул. Покровська та вул. Покровська – вул. Олександрівська. Дослідження проводилися в ранкові та вечірні години пік. Значення інтенсивності руху на перехрестях показано на рисунках 2.2 - 2.4.

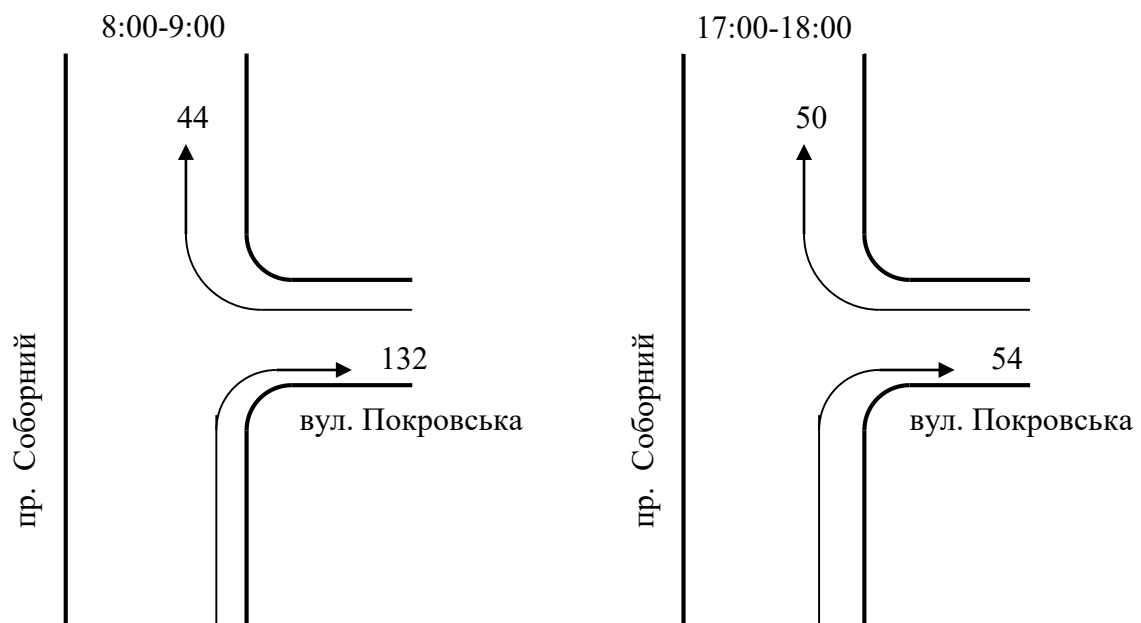


Рисунок 2.2 – Інтенсивність руху на перехресті пр. Соборний – вул. Покровська

Таким чином, аналізуючи інтенсивність транспортного потоку на вулиці Покровська, можна сказати, що обсяг руху незначний – 50 – 130 авто/год.

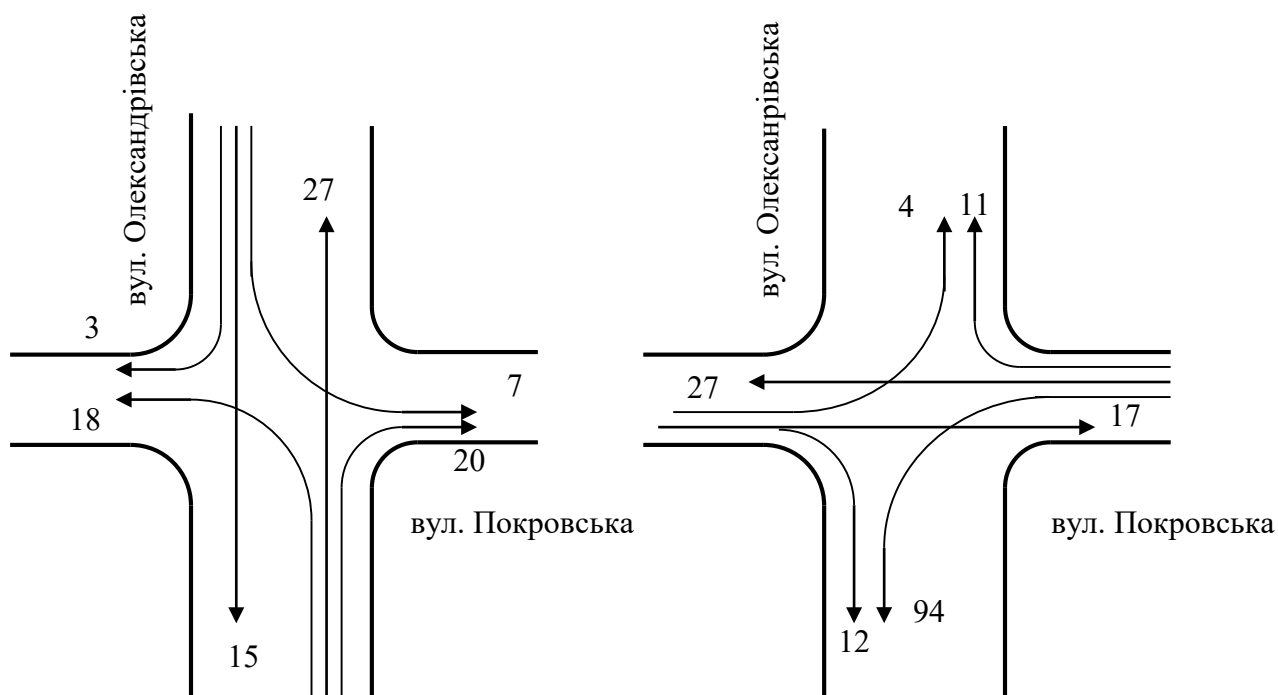


Рисунок 2.3 - Інтенсивність руху на перехресті вул. Олександрівська – вул. Покровська з 8:00 до 9:00

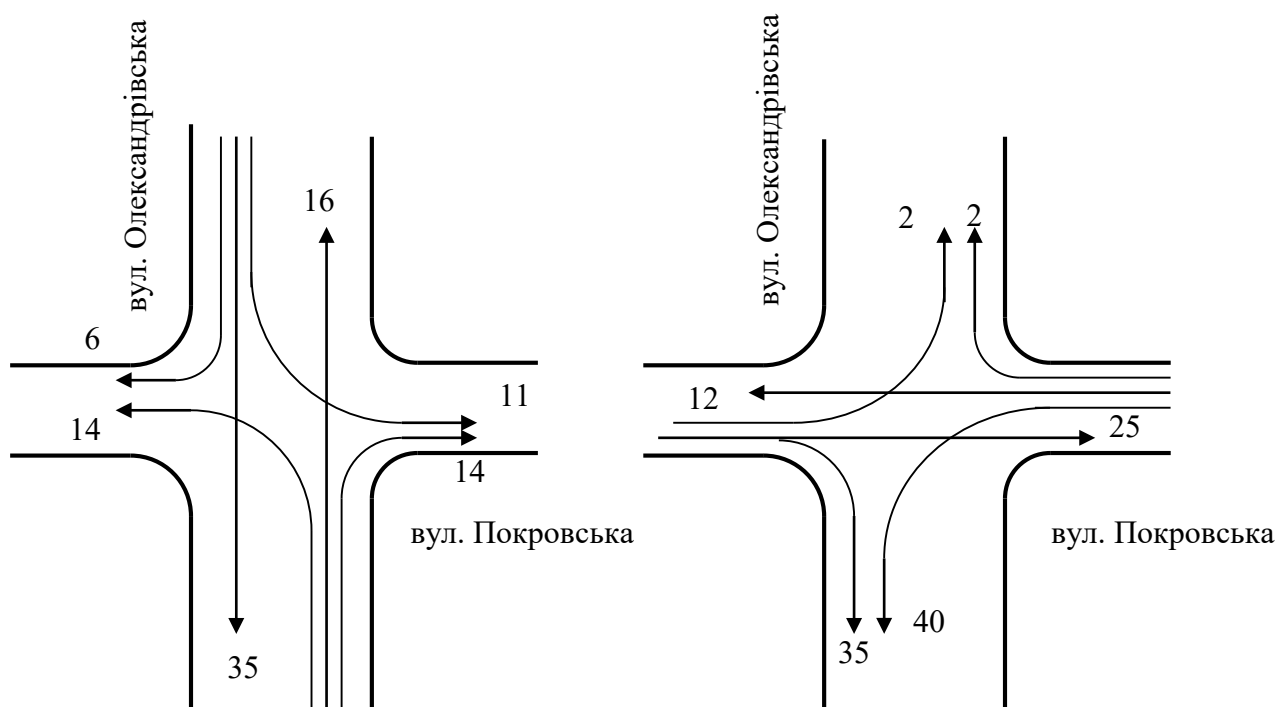


Рисунок 2.4 – Інтенсивність руху на перехресті вул. Олександрівська – вул. Покровська з 17:00 до 18:00

Склад транспортного потоку, що рухається по вулиці Свердлова, показаний на рисунку 2.5. Потік неоднорідний - 60% мікроавтобусів і автобусів користуються цією вулицею для розвороту в кінці свого маршруту

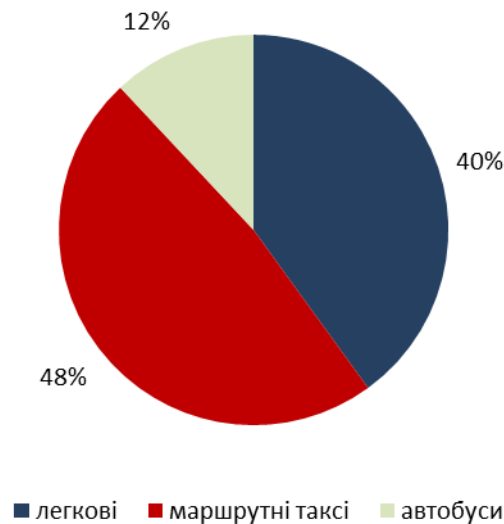


Рисунок 2.5 – Склад транспортного потоку по вул. Покровській

Вулиця Олександрівська

Вулиця Олександрівська – вулиця обласного значення.

На всьому протязі вулиця має асфальтове покриття в задовільному стані. Ширина вулиці Олександрівської на ділянці від вулиці Покровської до вулиці Троїцької дорівнює 7 м, тобто вулиця має 2 смуги руху по 3,5 м кожна. Транспорт, що відводиться, буде проходити цією вулицею від перехрестя з вулицею Покровською до перехрестя з вулицею Троїцькою.

Спостережено інтенсивність транспортних потоків на перехресті вулиць Олександрівської та Троїцької. Дослідження проводилися в ранковій та вечірній годині пік. Отримані значення інтенсивності руху показано на рисунках 2.6 та 2.7.

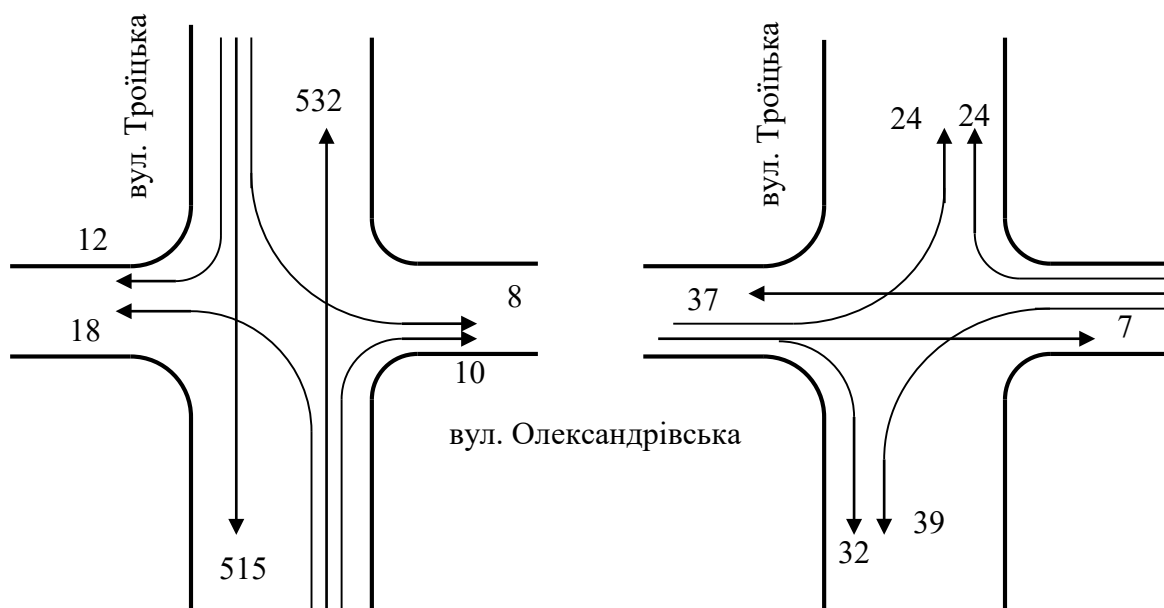


Рисунок 2.6 – Інтенсивність руху на перехресті вул. Олександрівська – вул. Троїцька з 8:00 до 9:00

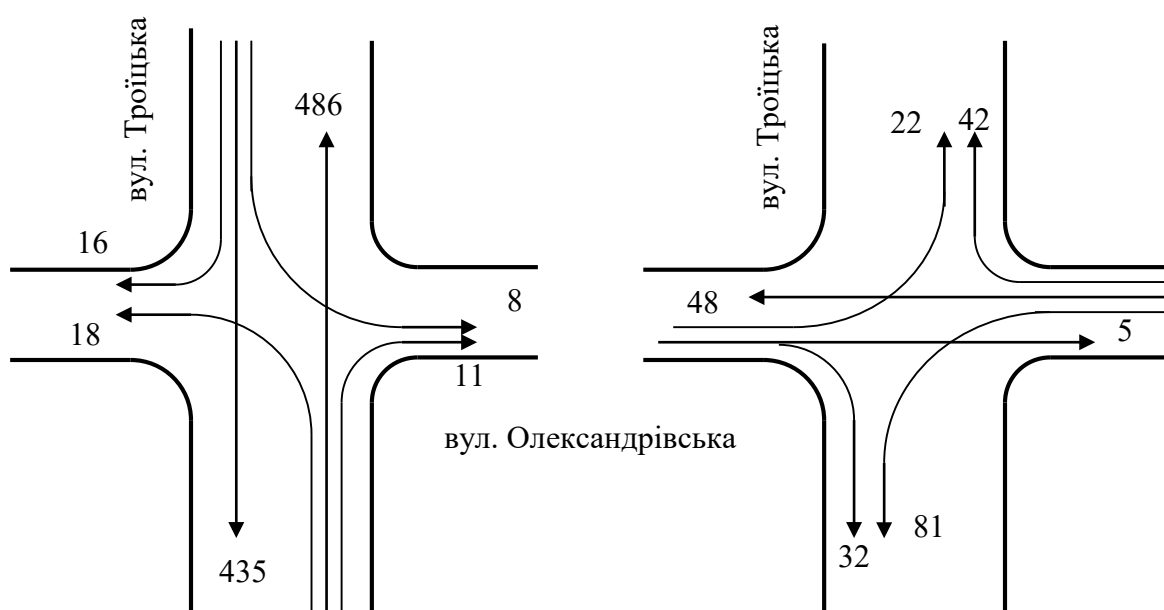


Рисунок 2.7 – Інтенсивність руху на перехресті вул. Олександрівська – вул. Троїцька з 17:00 до 18:00

Склад транспортного потоку, що рухається по вулиці Олександрівській, наведено на рисунку 2.8. Потік неоднорідний – 65% складають маршрутки та

автобуси. Причина формування транспортного потоку зазначеного складу наведена вище.

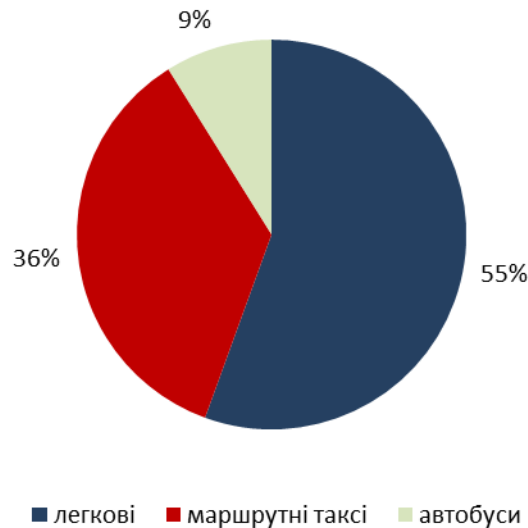


Рисунок 2.8 – Склад транспортного потоку по вул. Олександрівській

Особливості транспортних потоків по вулицях Покровській та Олександрівській подано на слайдах 13 та 14.

2.2.2 Аналіз існуючої схеми організації руху на ділянці

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

- пр. Соборний – вул. Покровська;
- вул. Олександрівська – вул. Покровська;
- вул. Троїцька – вул. Олександрівська.

Перші два перехрестя є нерегульованими з пріоритетом руху. Головні напрямки руху – проспектом Соборним та вулицею Олександрівською.

Існуючі схеми організації руху на перехрестях наведені на рисунках 2.9, 2.10 та на слайді № 15.

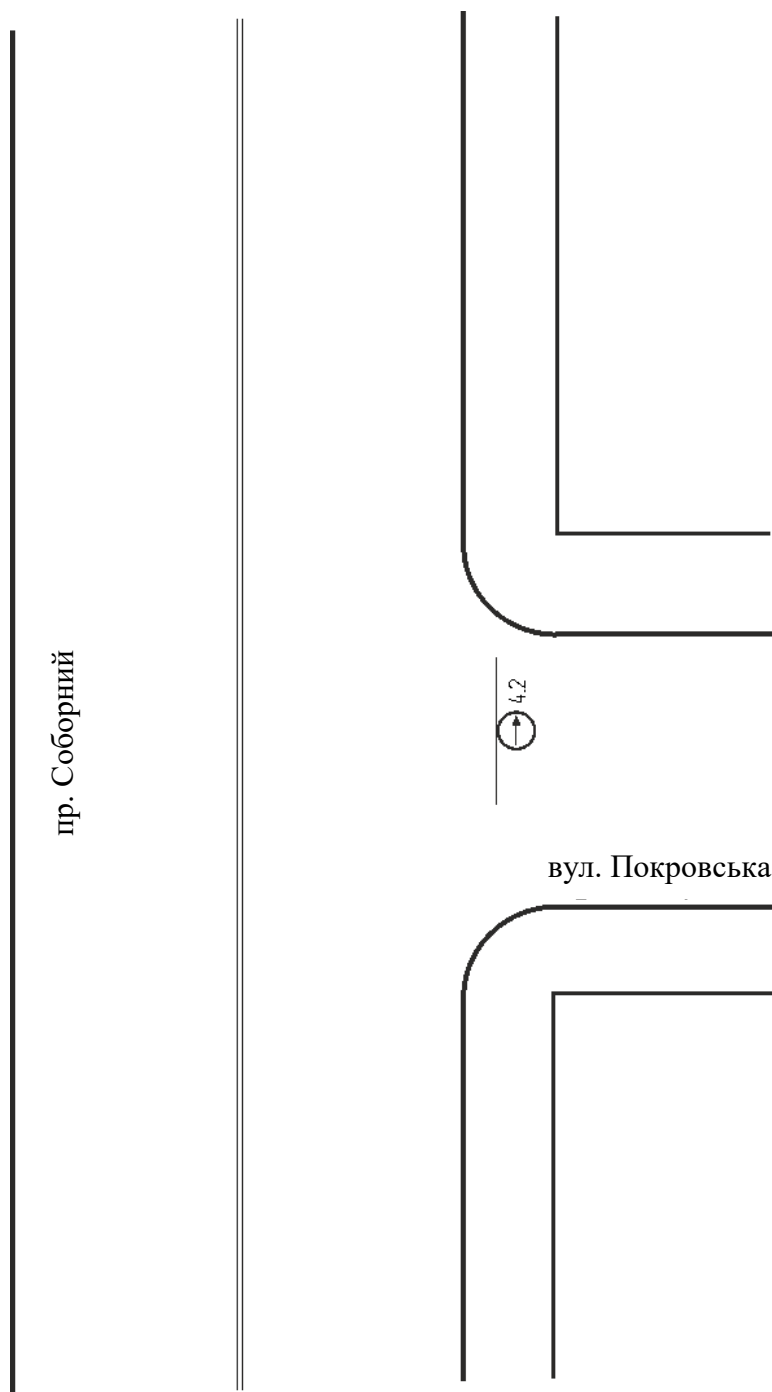


Рисунок 2.9 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті пр. Соборний – вул. Покровська

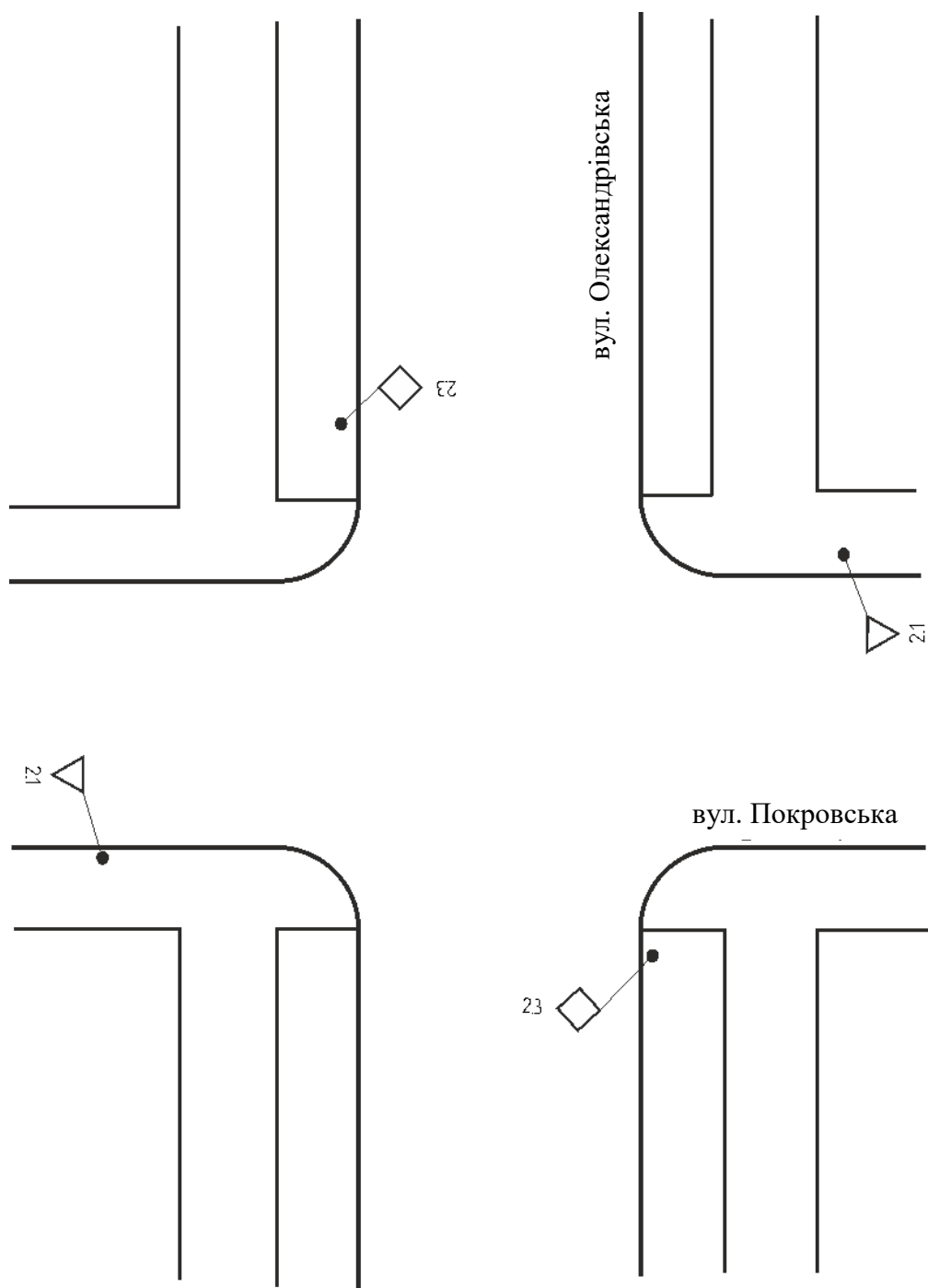


Рисунок 2.10 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Олександрівська – вул. Покровська

На третьому перехресті є світлофорний об'єкт. Перетин регулюється стандартним двофазним циклом. Час циклу становить 56 с. Діюча схема організації дорожнього руху на цьому перехресті показана на рисунку 2.11 та на слайді № 16.

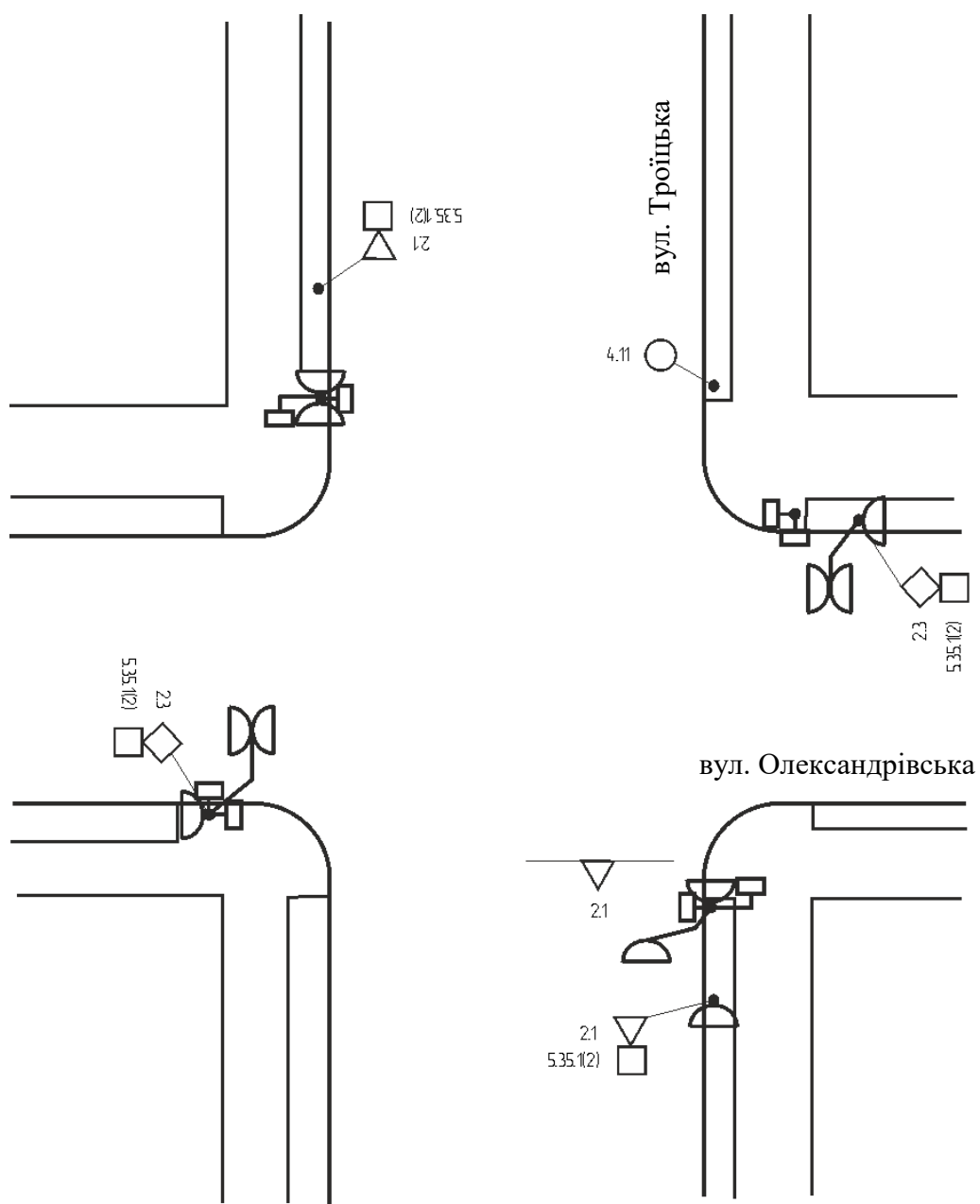


Рисунок 2.11 – Діюча схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Троїцької та Олександрівської

Параметри роботи світлофорного об'єкта показані на рисунках 2.12 і 2.13 та на слайді № 16.

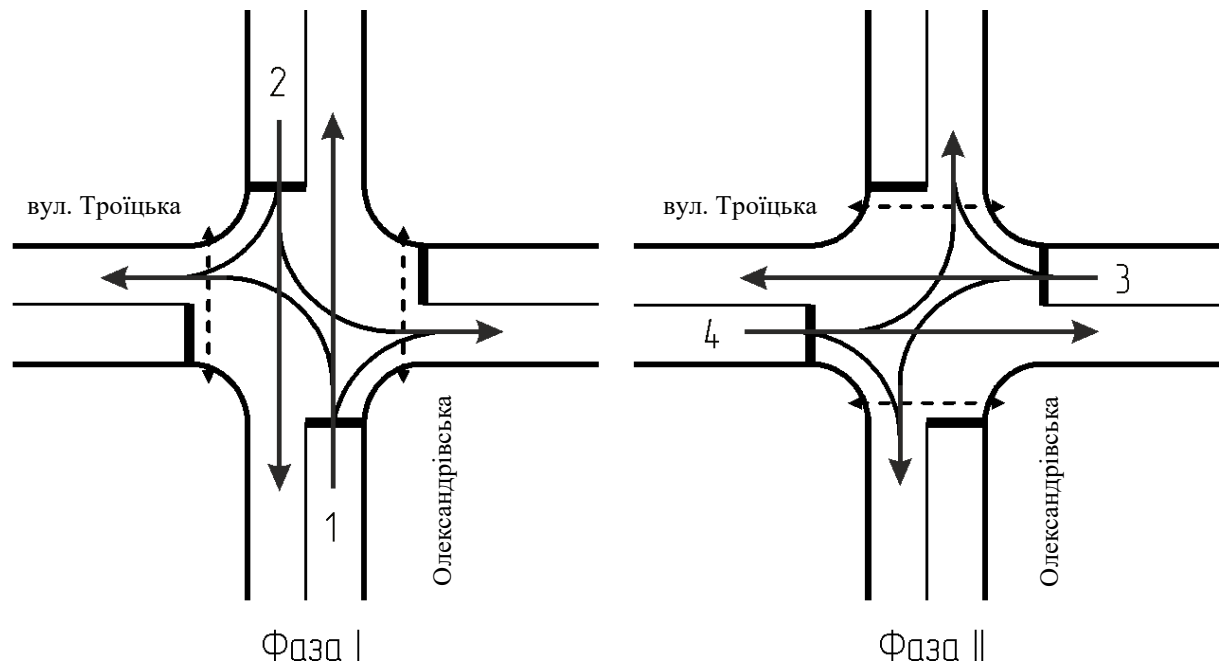


Рисунок 2.12 – Схеми пофазних роз’їздів на перехресті вулиць Троїцької та Олександрівської

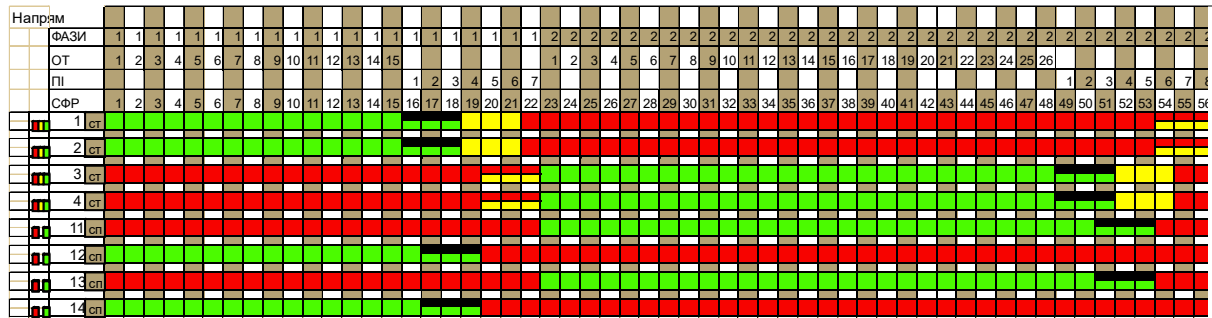


Рисунок 2.13 – Циклограма роботи світлофорів на перехресті вулиць Троїцької та Олександрівської

2.3 Організація дорожнього руху в нових умовах

2.3.1 Розрахунок пропускної спроможності вулиць Покровської та Олександрівської

Відведення транспортного потоку вимагає, щоб дороги та вулиці, на які спрямований потік, мали можливість пропустити його разом з існуючим

транспортним потоком. Тобто потрібно розрахувати пропускну здатність по всій довжині маршруту. Інтенсивність потоку, який потрібно відвести, - 602 од./год.

Пропускна спроможність буде визначатися наступним методом, де пропускна спроможність смуги руху дорівнює [6]:

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

де V - швидкість, що відповідає пропускній здатності, м/с;

t_p - час реакції водія, с;

l_o - відстань безпеки, м;

l_a - довжина розрахункового транспортного засобу, м;

β - гальмівний коефіцієнт [6]:

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

де g - прискорення сили тяжіння, м/с²;

f - коефіцієнт опору коченню;

i - поздовжній ухил вулиці;

φ - коефіцієнт поздовжнього зчеплення автомобіля з покриттям.

Розрахуємо пропускну здатність ділянки дороги по вулиці Покровській.

Для розрахунку беремо такі дані [6]:

- швидкість, що відповідає пропускній спроможності $V = 8,3$ м/с;
- час реакції водія $t_p = 1,0$ с;
- відстань безпеки $l_o = 2$ м;
- довжина розрахункового транспортного засобу $l_a = 5$ м.

Коефіцієнт гальмування розраховується за такими параметрами [6]:

- прискорення тяжіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;
- коефіцієнт опору коченню $f = 0,02$;
- позовжній ухил вулиці $i = - 0,10$;
- коефіцієнт позовжнього зчеплення автомобіля з покриттям $\varphi = 0,3$.

Слід зазначити, що обрані коефіцієнти припускаються для найгірших можливих умов дорожнього руху.

Отже, отримуємо:

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

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

Оцінимо пропускну здатність ділянки дороги по вулиці Олександрівській.

Для розрахунку беремо такі дані [6]:

- швидкість, що відповідає пропускній спроможності $V = 13,9 \text{ м/с}$;
- час реакції водія $t_p = 1,0 \text{ с}$;
- відстань безпеки $l_0 = 2 \text{ м}$;
- довжина розрахункового транспортного засобу $l_a = 5 \text{ м}$.

Коефіцієнт гальмування розраховується за такими параметрами [6]:

- прискорення тяжіння $g = 9,8 \text{ м / с}^2$;
- коефіцієнт опору коченню $f = 0,02$;
- позовжній ухил вулиці $i = 0$;
- коефіцієнт позовжнього зчеплення автомобіля з покриттям $\varphi = 0,3$.

Слід зазначити, що обрані коефіцієнти припускаються для найгірших можливих умов дорожнього руху.

Отже, отримуємо:

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

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

Для порівняння в таблиці 2.1 підсумовуються значення пропускної здатності ділянок вулиць і очікувана загальна приведена інтенсивність.

Таблиця 2.1 – Порівняння пропускної спроможності та інтенсивності руху на вулицях, що розглядаються

Вулиця	Пропускна здатність, авт/год	Інтенсивність руху приведена, од/год	Рішення
Покровська	959	734	достатня
Олександрівська	965	773	достатня

Тому можна стверджувати, що зміна руху правоповоротного потоку за обраним маршрутом не погіршить умови руху на вулицях Покровській та Олександрівській.

Однак слід зазначити, що інтенсивність руху в нових умовах досить близька до пропускної здатності вулиць. Тому для забезпечення нормальних умов руху треба виконати заборони стоянки та зупинки транспортних засобів на протязі всієї довжини маршруту відведення.

2.3.2 Схема організації дорожнього руху на перехрестях пр. Соборний – вул. Покровська та вул. Олександрівська – вул. Покровська

На перехресті проспекту Соборного з вулицею Покровською транспортний потік, що відводиться, виконує поворот праворуч. Тому ніяких особливих заходів для його виконання не потрібно, крім обмеження зупинок транспортних засобів вулицею Покровською. Нова схема організації дорожнього руху на цьому перехресті показана на рисунку 2.14 та на слайді № 17.

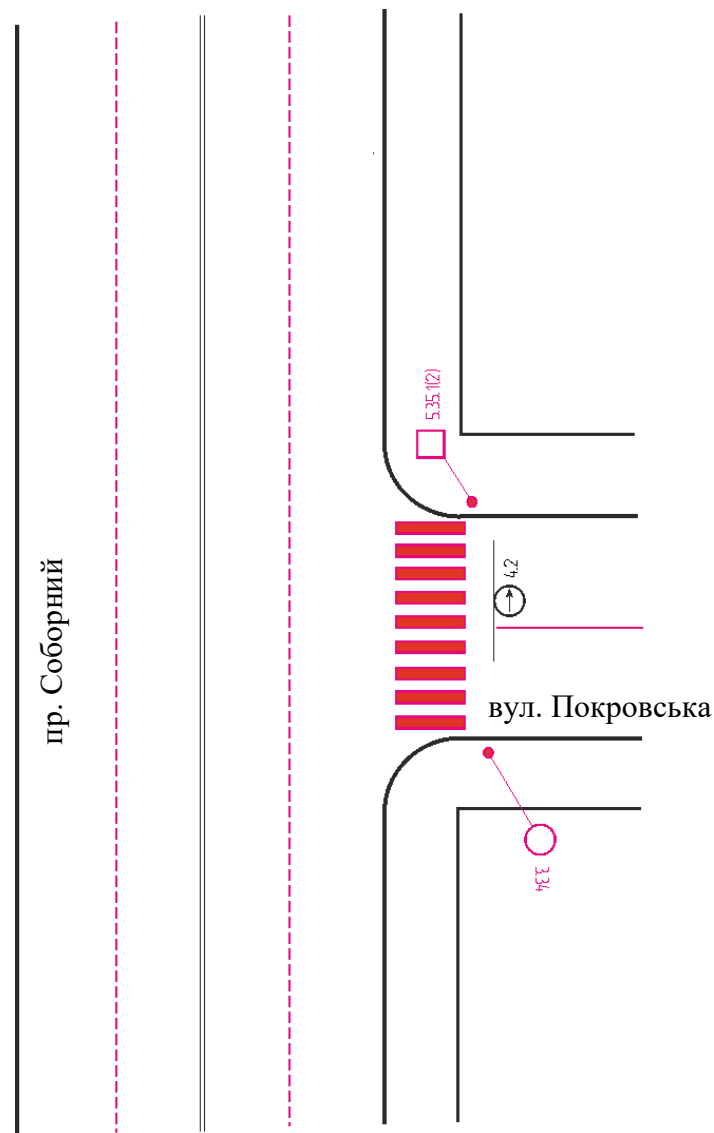


Рисунок 2.14 – Нова схема руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Покровською

На перехресті вулиць Олександрівської та Покровської потік, що відводиться, виконує поворот ліворуч. Транспортний обсяг цього маневру складає майже 700 од/год. Потрібно виконати перевірку необхідності введення світлофорного регулювання.

На рисунках 2.15, 2.16 наведені приведені інтенсивності руху на перехресті в нових умовах організації руху.

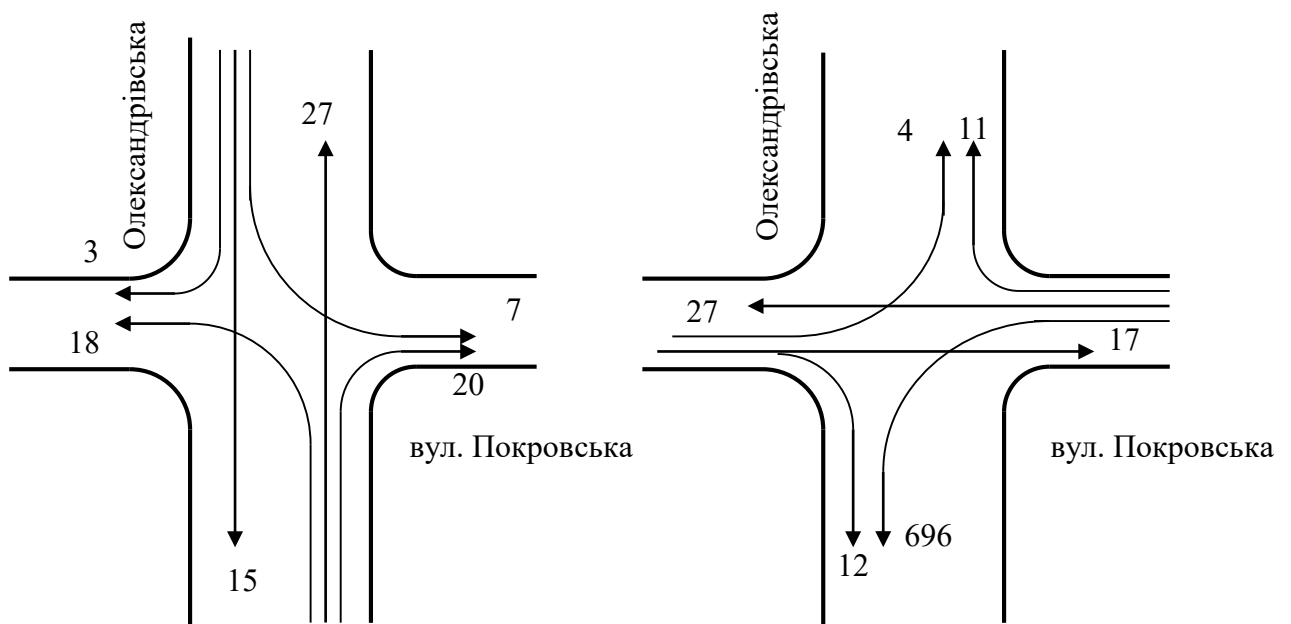


Рисунок 2.15 – Максимальні очікувані інтенсивності руху на перехресті вул. Олександрівська – вул. Покровська в нових умовах з 8:00 до 9:00

Відповідно до [7] є критерії запровадження світлофорного регулювання.

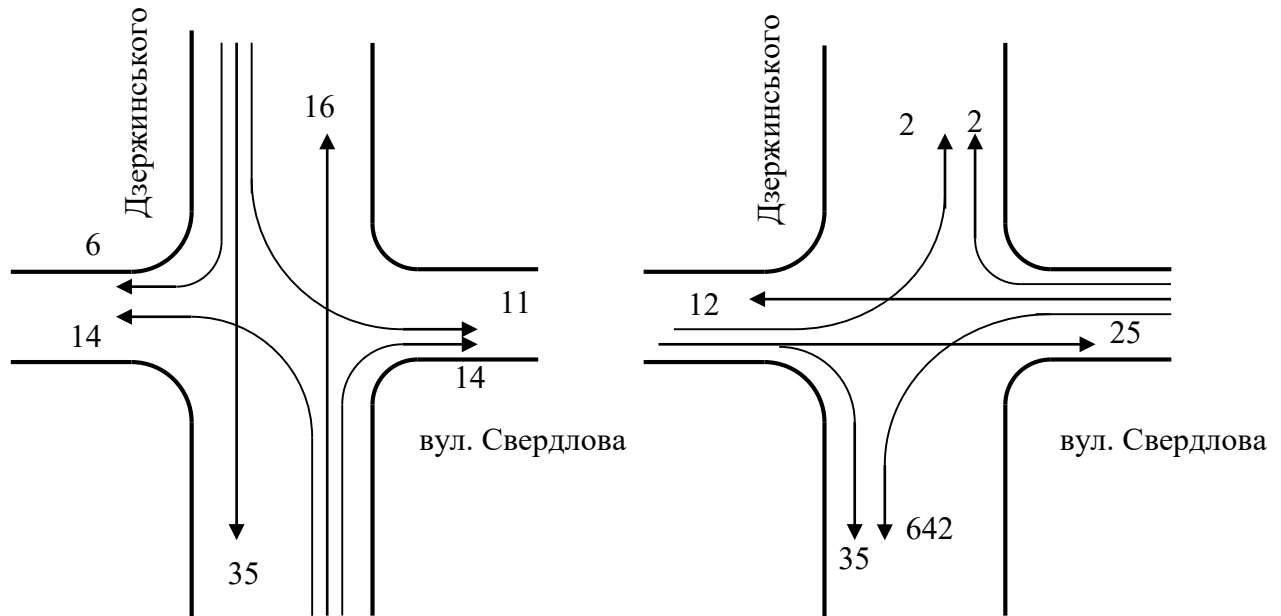


Рисунок 2.16 – Максимальні очікувані інтенсивності руху на перехресті вул. Олександрівська – вул. Покровська в нових умовах з 17:00 до 18:00

Світлофори транспортні типу 1, 2 і світлофори пішохідні повинні бути встановлені за наявності виконання хоча б одної з цих ситуацій [7].

Ситуація 1. На протязі восьми годин робочої доби середня годинна інтенсивність руху транспорту не є меншою за зазначені показники в таблиці 2.2.

Ситуація 2. Середня годинна інтенсивність руху за вісім годин робочої доби становить не менше:

- 600 од/год на головній дорозі в обох напрямках (для доріг з роздільними смугами - 1000 од/год);
- 150 пішоходів перетинають дорогу в одному з найбільш завантажених напрямків за ті самі вісім годин.

Для населених пунктів з населенням менше 10 тис. мешканців норми в умовах 1 і 2 становлять 70 % від наведених.

Таблиця 2.2 - Умови запровадження світлофорного регулювання

Кількість смуг одного напрямку для дороги		Щільність двостороннього руху на головній дорозі, од./год	Щільність руху на другорядній дорозі, найбільш завантажений напрямок, од./год
головної	другорядної		
1	2	3	4
одна	одна	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
$\geq$ двом	одна	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
$\geq$ двом	$\geq$ двом	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225

Ситуація 3. Має місце одна година, коли умова ситуація 2 виконується.

Ситуація 4. Ситуації 1 і 2 виконуються одночасно принаймні на 80 % відповідно до кожного окремого нормативу.

Ситуація 5. За останні 12 місяців відбулося щонайменше три дорожньо-транспортні пригоди, яким можна було б запобігти за наявності світлофора на перехресті. Крім того, ситуації 1 або 2 повинні здійснюватися щонайменше на 80 %.

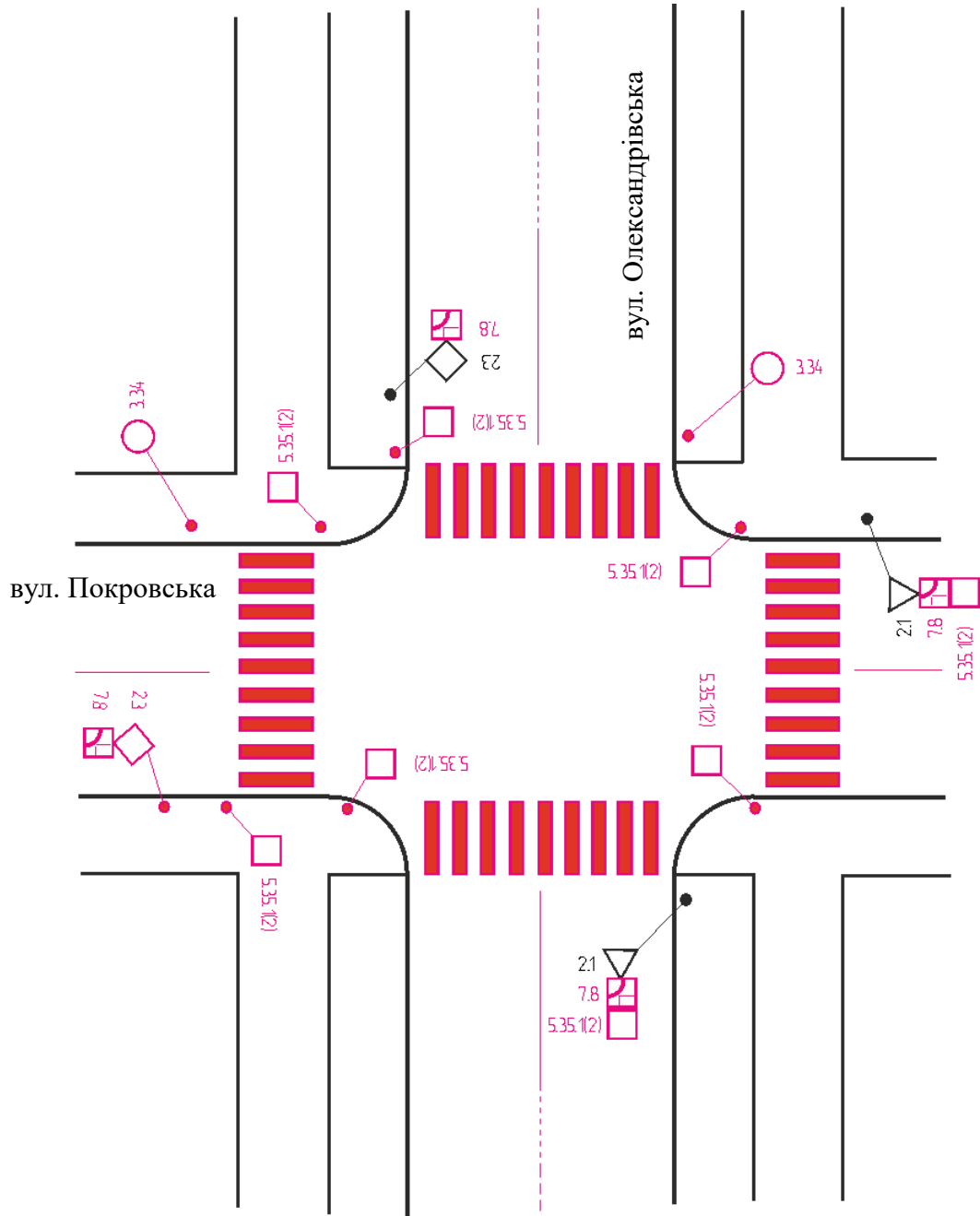


Рисунок 2.17 – Нова схема організації дорожнього руху на перехресті вулиць Олександрівської та Покровської

Враховуючи очікувану інтенсивність руху на рисунках 2.15, 2.16, можна сказати, що вводити світлофорне регулювання не потрібно ні за яких обставин.

Однак, щоб зменшити затримки руху, необхідно змінити напрямок головної дороги на перехресті, щоб відвідний потік рухався по головній дорозі. Також для забезпечення нормальних умов руху необхідно заборонити зупинку транспортних засобів на ділянці вулиці Олександрівської від вулиці Покровської до вулиці Троїцької.

Нову схему організації дорожнього руху на перехресті вулиць Олександрівської та Покровської представлено на рисунку 2.17 та на слайді № 17.

2.3.3 Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Троїцька – вул. Олександрівська

На перехресті вулиць Троїцької та Олександрівської транспортні потоки, які відводяться, спрямовані праворуч. Тому ніяких спеціальних заходів не потрібно, окрім обмеження зупинок автомобілів на вулиці Олександрівській.

На рисунках 2.18 та 2.19 показана інтенсивність руху автомобільного транспорту на перехресті за нових умов.

Схему пофазового роз'їзду змінювати не будемо. Вона залишиться такою як є – стандартною, що наведена на рисунку 2.20.

Порядок слідування, види та значення сигналів, прийнятих в Україні, відповідають Міжнародній конвенції про дорожні знаки та сигнали. Сигнали можуть змінюватися в різних комбінаціях. У цій роботі сигнали змінюються наступним чином: червоний – жовтий з червоним – зелений – миготливий зелений – жовтий – червоний.

На перехресті світлофорами керують кілька сигнальних груп. Альтернативне надання права перетину перехрестя у певних напрямках передбачає періодичність або циклічність роботи світлофорного об'єкта.

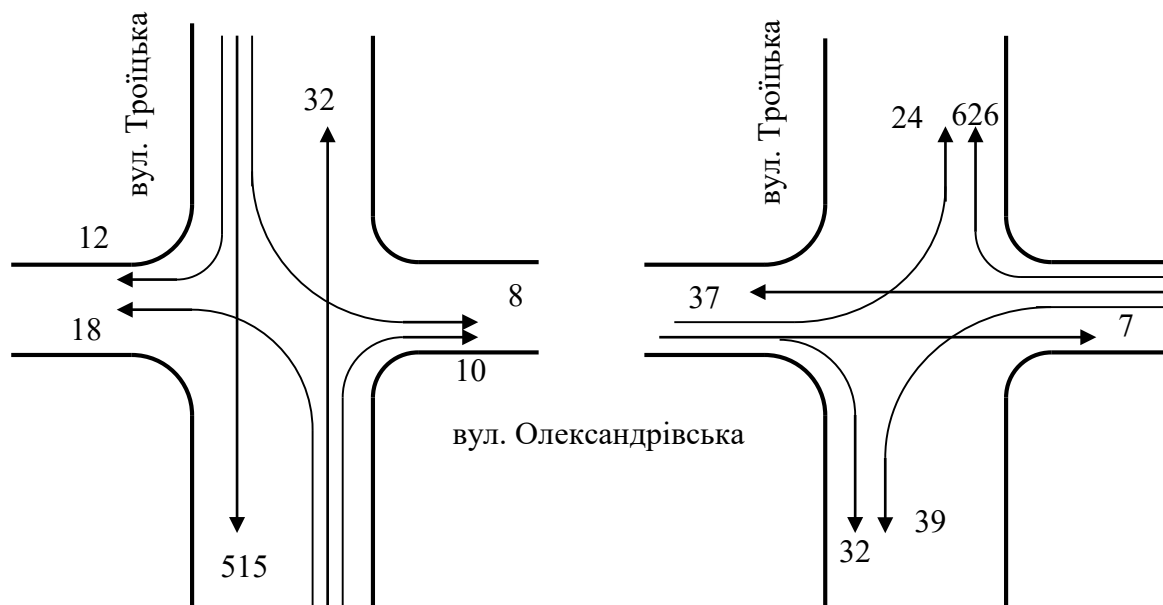


Рисунок 2.18 – Очікувана максимальна інтенсивність руху на перехресті вулиць Олександрівської та Троїцької з 8:00 до 9:00 в нових умовах

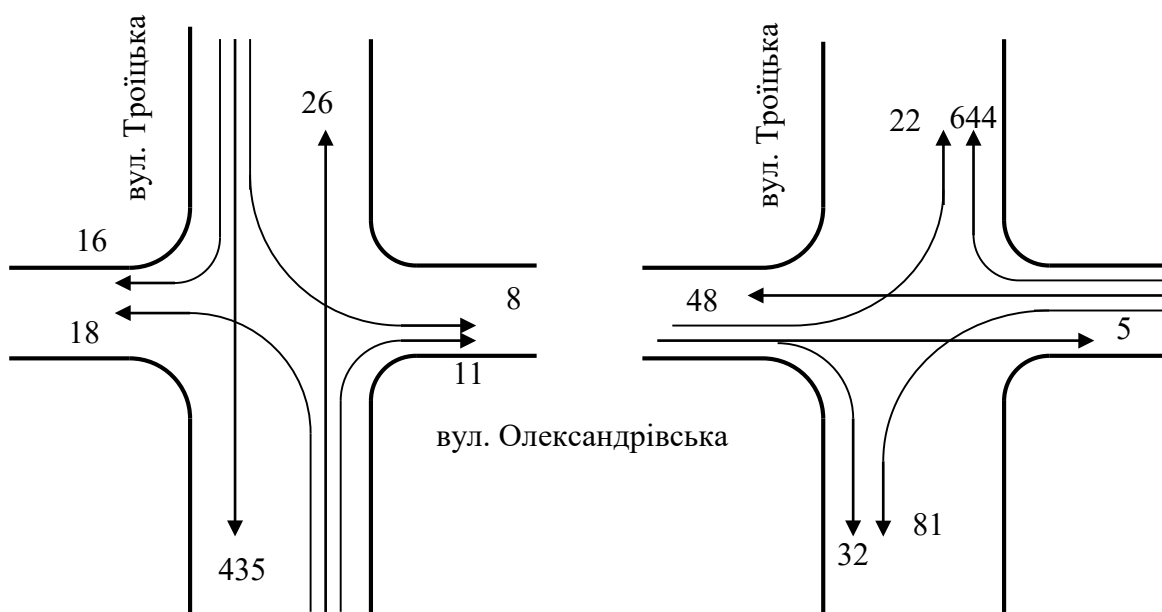


Рисунок 2.19 – Очікувана максимальна інтенсивність руху на перехресті вулиць Олександрівської та Троїцької з 17:00 до 18:00 в нових умовах

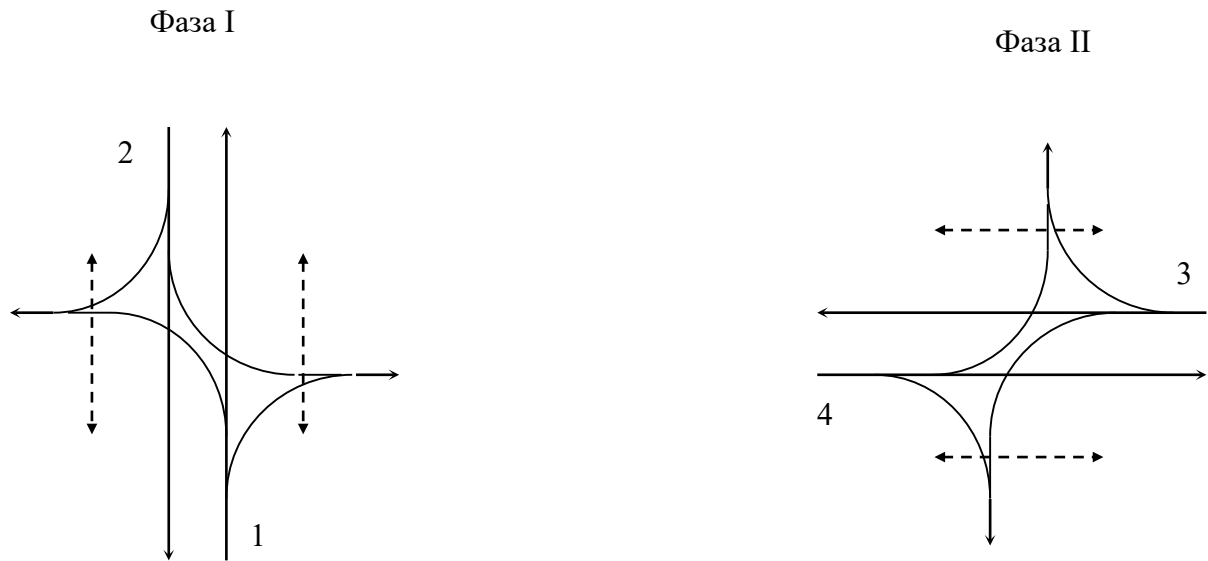


Рисунок 2.20 - Схеми пофазового роз'їзду на перехресті

Час, протягом якого працює певна комбінація світлофорних сигналів, називається тактом регулювання. Такт може бути основним і проміжним. Під час проведення основного такту дозволяється або забороняється рух певної групи транспортних засобів та пішоходів. Проміжний такт служить для підготовки до передачі права на пересування наступній групі учасників дорожнього руху. Це означає висвободження перехрестя від транспортних засобів та пішоходів, які мали право пересуватися під час попереднього основного такту.

При пофазовому методі управління рухом у кожному такті можна вмикати світлофори кількох напрямків руху. Також можливо, що в кілька тактів одного циклу будуть включатися одні і ті ж сигнали світлофорів для одного напрямку руху. Отже, при пофазному методі світлофори, об'єднані в такт управління, можуть вмикатися й вимикатися одночасно. Сукупність основних і проміжних тактів називається фазою регулювання. Сукупність всіх періодично повторюваних фаз називається циклом управління. Під режимом управління світлофором розуміють тривалість циклу і кількість відповідних тактів і фаз, послідовність і тривалість їх зміни.

Матриця конфліктів транспортних напрямків є квадратною матрицею, значення в якій дорівнюють відстані транспортного напрямку від лінії зупинки до віддаленої точки конфлікту.

На значення елементів матриці конфліктів впливають геометричні параметри перетину та розподіл траєкторій руху автомобілів за напрямками.

Формула для розрахунку матриці конфліктів на перетині [8]:

$$B_{ij} = B_{\text{стоп-світ}} + B_{\text{світ-пч}} + B_{\text{траєктор}} , \quad (2.3)$$

де $B_{\text{стоп-світ}}$ - відстань від стоп-лінії до світлофора;

$B_{\text{світ-пч}}$ - відстань від світлофора до краю проїзної частини пересічного напрямку;

$B_{\text{траєктор}}$ - довжина траєкторії всередині перехрестя, м

Розрахунки приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Матриця напрямків конфлікту, м

Напрями	1	2	3	4
1	x	0	-16.5	13
2	0	x	13	- 16.5
3	15	15	x	0
4	15	15	0	x

Інтервал переходу - це інтервал у циклі світлофора, на якому перехід від зеленого до червоного сигналу і від червоного до зеленого сигналу відбувається принаймні в одному наборі сигналів. Початок інтервалу переходу позначається блиманням сигналу, що дозволяє переміщення принаймні в

одній групі сигналів, а кінець - увімкненням сигналу, що дозволяє рух, після чого сигнали не змінюється до кінця наступного основного такту.

Інтервал переходу призначений для того, щоб транспортні засоби, які перетинають стоп-лінію в момент спрацьовування заборонного сигналу, перетинали перехрестя, а пішоходи безпечно закінчили переходити проїжджу частину або повернулися на узбіччя після спрацьовування заборонного сигналу.

При розрахунку тривалості інтервалів переходу використовуються метод вихідних стоп-ліній і метод далеких точок конфлікту. Метод віддалених точок конфлікту дає менші значення інтервалів, що допомагає збільшити пропускну здатність перетину. Спосіб вихідних стоп-ліній сприяє безпеці руху.

Розрахунок інтервалів переходу здійснюється за такою формулою [8]:

$$t_{o_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k}, \quad (2.4)$$

де t_p - час реакції водія ($t_p = 1$ секунда);

V_k - швидкість координації ($V_k = 16,67$ м/с);

a^k - уповільнення прискорення ($a^k = 3,0$ м/с²);

B_i - відповідна ширина перетину між стоп-лініями, м;

l_a - довжина автомобіля ($l_a = 5$ метрів).

Фазові коефіцієнти розраховуються за формулою [8]:

$$y_j^i = \frac{N_j^i}{M_j}, \quad (2.5)$$

де N_j^i – інтенсивність руху певного напрямку, од/год;
 M_j – потік насичення певного напрямку, од/год.

Сума фазових коефіцієнтів розраховується за такою формулою [8]:

$$Y = \sum y_{\max}^i. \quad (2.6)$$

Значення циклу регулювання розраховується за формулою [8]:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y}, \quad (2.7)$$

де L_k - час, втрачений у циклі, обчислений за формулою [8]:

$$L_k = \sum_{j=1}^m (t_{oj} - 1). \quad (2.8)$$

Тривалості основних тактів розраховується за формулою [8]:

$$\bar{t}_3^m = \frac{\bar{y}^m}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1, \quad (2.9)$$

де $\bar{y}^m$ - фазовий коефіцієнт фази, в якій виконується рух вздовж головної дороги.

Поправочні коефіцієнти розраховуються за такими формулами [8]:

$$k_1 = \frac{B/Vn + 5 - t_q^i}{t_3^i}, \quad (2.10)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i}, \quad (2.11)$$

де B – довжина пішохідного переходу, м;

$V_{пш}$ - швидкість руху пішоходів, м/с ($V_{пш} = 1,3$ м/с).

Для спрощення всі наведені розрахунки виконують за допомогою спеціальної комп'ютерної програми, розробленої викладачами кафедри «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка».

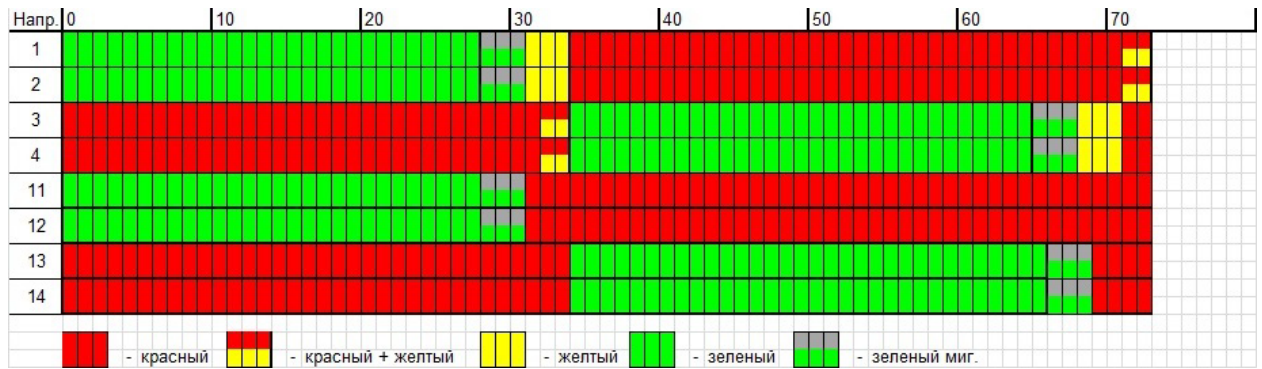
На першому етапі розрахунку необхідно ввести розраховану швидкість і довжину автомобіля, вказівку «стрілок» світлофора, матрицю відстаней між стоп-лініями та далекими точками зіткнення.

Результати розрахунків показані в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Параметри циклу світлофорного регулювання на перехресті вулиць Троїцької та Олександрівської.

Довжина елементів циклу, с		
Інтервал переходу між фазами	1 і 2	6
	2 і 1	8
Довжина циклу регулювання 73 секунди		
Основний такт	1	28
	2	31

На перехресті вулиць Троїцької та Олександрівської схема організації дорожнього руху залишиться незмінною, а параметри роботи світлофорів зміняться. На рисунку 2.21 та на слайді № 18 зображено циклограму світлофорного об'єкта.



Напрямки руху:

- 1 – вулицею Троїцькою від проспекту Соборного
- 2 – вулицею Троїцькою від вулиці Гоголя
- 3 – вулицею Олександрівською від вулиці Покровської
- 4 – вулицею Олександрівською від вулиці Тургенєва
- 11 – пішохідний рух через вулицю Олександрівську з боку вулиці Покровської
- 12 – пішохідний рух через вулицю Олександрівську з боку вулиці Тургенєва
- 13 – пішохідний рух через вулицю Троїцьку з боку проспекту Соборного
- 14 – пішохідний рух через вулицю Троїцьку з боку вулиці Гоголя

Рисунок 2.21 – Циклограма роботи світлофорного об'єкту на перехресті вулиць Олександрівської та Покровської

2.3.4 Схема організації руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької

У зв'язку з відхиленням частки трафіку від перехрестя, це змінить схему руху на ньому.

На рисунках 2.22 та 2.23 наведено очікувану інтенсивність руху в ранкові та вечірні години пік у будні дні за нових умов руху.



Рисунок 2.22 - Очікувана максимальна інтенсивність руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької з 8:00 до 9:00 в нових умовах

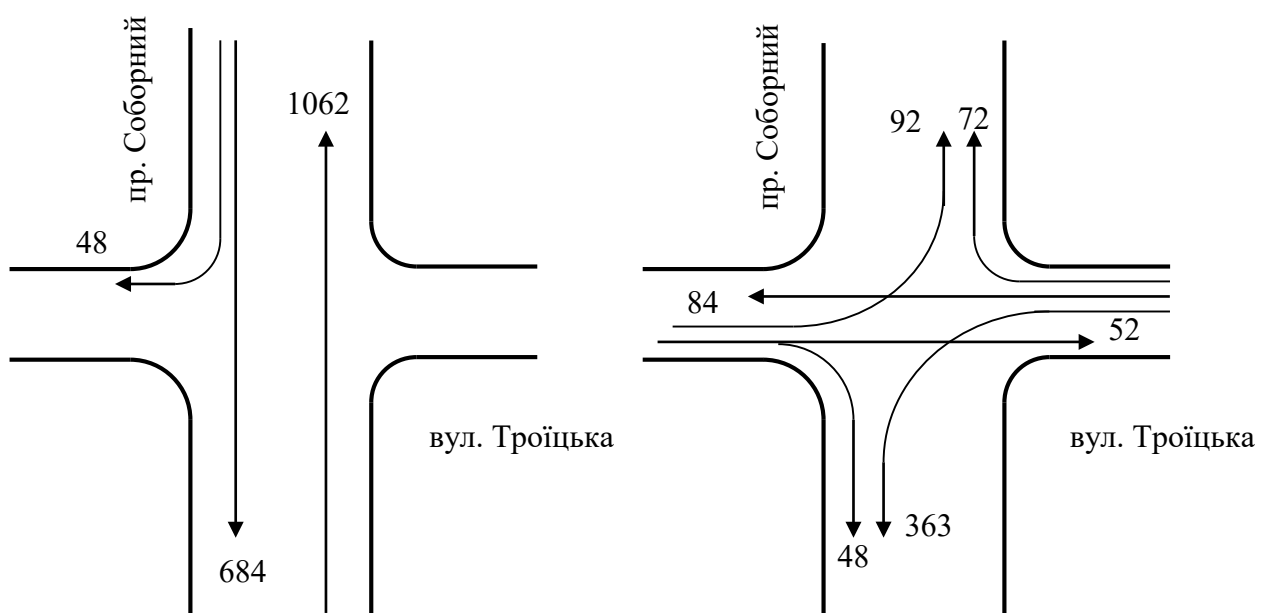


Рисунок 2.23 – Очікувана максимальна інтенсивність руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької з 17:00 до 18:00 в нових умовах

Схема пофазного роз'їзду на перехресті повинна бути перероблена в нових умовах, оскільки не можна включити у фазу лівий поворот з

інтенсивністю більше 120 одиниць разом із конфліктним напрямком. Запропонована схема пофазного роз'їзду показана на рисунку 2.24.

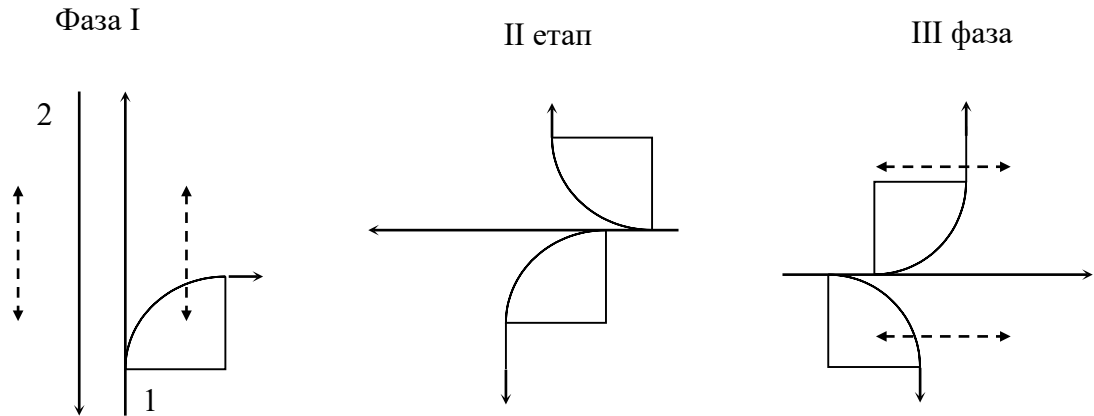


Рисунок 2.24 - Схема пофазного роз'їзду на перетині

Для розрахунку параметрів світлофорного об'єкта за методикою, наведеною в попередній частині магістерської роботи, складаємо матрицю конфліктних напрямків, представлену в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Матриця напрямків конфлікту, м

Напрями	1	2	3	4
1	x	0	15	15
2	0	x	15	15
3	-9.5	-17.5	x	-17.5
4	25	-14.5	-22.5	x

Розраховані параметри світлофорного регулювання на перехресті проспекту Соборного і вулиці Троїцької наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Параметри циклу світлофорного регулювання на перехресті пр. Соборний – вул. Троїцька

Довжина елементів циклу, с		
Інтервал переходу між фазами	1 і 2	8
	2 і 3	6
	3 і 1	9
Довжина циклу регулювання 81 секунда		
Основний такт	1	29
	2	18
	3	11

Нові параметри світлофорного об'єкта на цьому перехресті показано на рисунку 2.25 та на слайді № 19.



Напрямки руху:

- 1 – проспектом Соборним з боку вулиці Тургенєва
- 2 – проспектом Соборним з боку автовокзалу
- 3 – вулицею Троїцькою від вулиці Поштової
- 4 – вулицею Троїцькою від вулиці Олександрівської
- 11, 12 – пішохідний рух через вулицю Троїцьку
- 13, 14 – пішохідний рух через проспект Соборний

Рисунок 2.25 – Нова циклограма роботи світлофорів на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької

Схема організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької в нових умовах наведена на рисунку 2.26 та на слайді № 20.

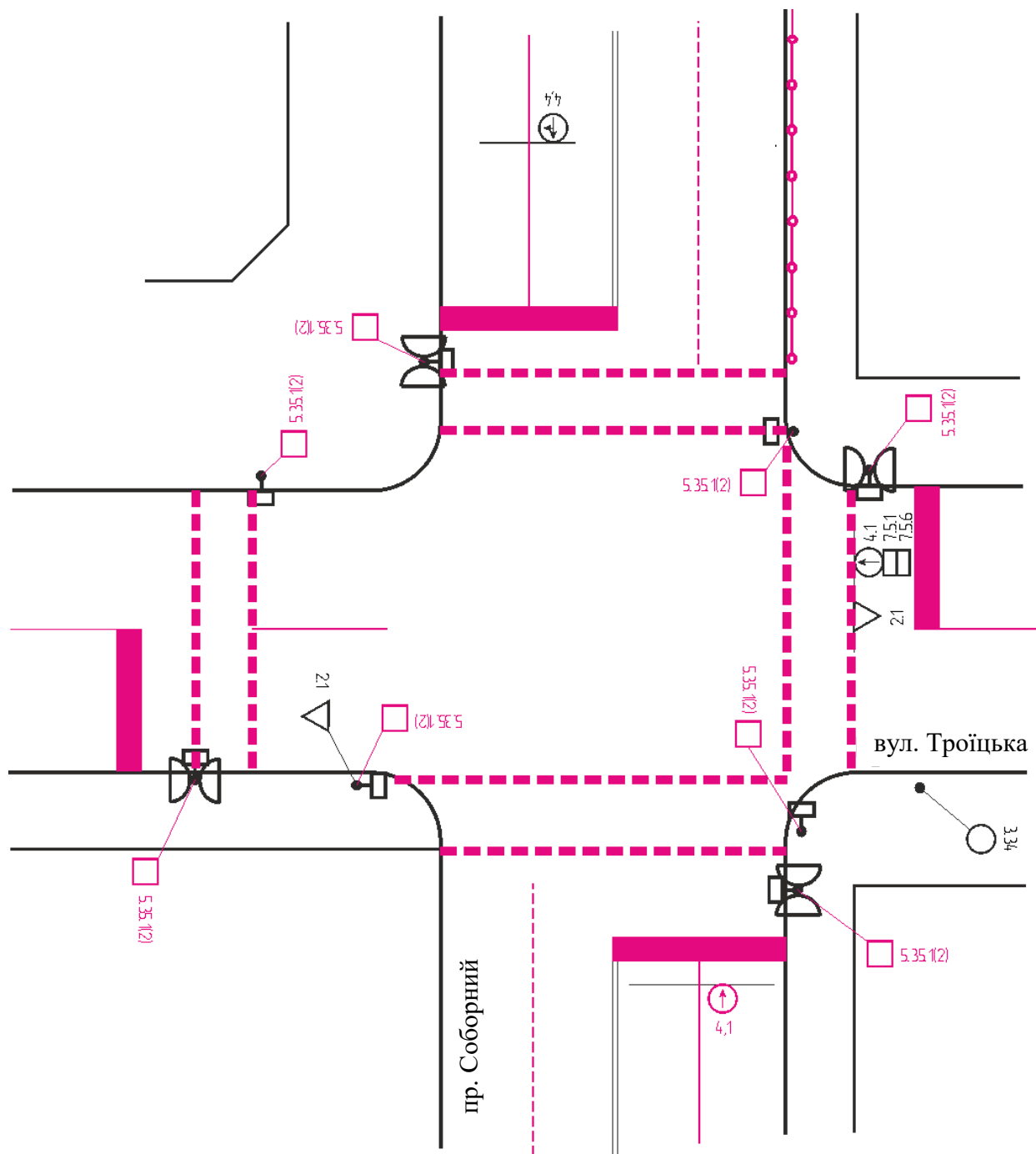


Рисунок 2.26 – Нова схема організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

За рахунок зменшення затримок руху зниження аварійності на ділянці планується досягти економічної ефективності в цій магістерській роботі.

Сума інвестицій для введення в експлуатацію технічних засобів має наступні складові:

$$K = K_{зн} + K_{ог}, \quad (3.1)$$

де $K_{зн}$ - капітальні вкладення в дорожні знаки, грн.;

$K_{ог}$ - капітальні вкладення для зведення пішохідної огорожі, грн.

Капітальні витрати на дорожні знаки складаються з вартості придбання та вартості встановлення, а саме:

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

де $C_{зн}$ - інвестиції на придбання нових дорожніх знаків, грн;

$C_{вст.зн}$ - витрати на встановлення нових дорожніх знаків, грн.

Кількість знаків та величина інвестицій для кожної групи знаків, наведених у новій схемі організації дорожнього руху, надано в таблиці 3.1.

Вартість встановлення дорожніх знаків розраховується за формулою:

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

де $C_{I\,зн}$ - вартість встановлення дорожнього знаку разом із додатковими матеріалами ($C_{I\,зн} = 379$ грн.);

$n_{зн}$ - кількість знаків, передбачених для встановлення в новій схемі організації руху.

Таблиця 3.1 - Кількість дорожніх знаків за групами

Знак №	Знаки для закупівлі		
	кількість	ціна	вартість
2.3	1	951	951
3.34	4	951	3804
4.1	1	951	951
5.35	34	951	32334
7.8	4	951	3804
Разом	44	-	41844

Виконаємо відповідні розрахунки.

$$C_{вст.зн} = 379 \cdot 44 = 16676 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 41844 + 16676 = 58520 \text{ грн.}$$

Вартість будівництва 1 м пішохідної огорожі становить 3700 грн з урахуванням установки.

Довжина пішохідної огорожі, яка потрібна, становить приблизно 60 м.

$$K_o = 3700 \cdot 60 = 222000 \text{ грн.}$$

Отже, інвестиції в нову схему руху складуть:

$$K = 58520 + 222000 = 280520 \text{ грн.}$$

Для перевірки економічної доцільності реалізації нової схеми організації дорожнього руху необхідно визначити експлуатаційні витрати для технічних засобів. У загальному випадку вартість їх експлуатації розраховується за формулою [9]:

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

де C_p - вартість поточного та профілактичного ремонтів, обслуговування обладнання та засобів системи, грн.;
 C_a - вартість амортизації, грн.

Витрати на ремонт, технічне обслуговування обладнання та засобів системи визначаються наступним чином [9]:

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

де $K_{\text{б}}$ - балансова вартість усього технічного обладнання системи, грн.;
 n_p - норма відрахування на ремонт і технічне обслуговування, % ($n_p = 5\%$).

Балансова вартість технічного обладнання системи включає вартість дорожніх знаків і огорож.

$$C_p = 280520 \cdot 5 / 100 = 14026 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію розраховуються за такою формулою [9]:

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

де n_a – норма амортизації, % ($n_a = 24\%$ для технічного обладнання).

$$C_a = 280520 \cdot 24 / 100 = 67325 \text{ грн.}$$

Таким чином, експлуатаційні витрати на роботу технічних засобів системи складуть:

$$C_{експл} = 14026 + 67325 = 81351 \text{ грн.}$$

Поточні витрати повинні також включати вартість щорічного нанесення дорожньої розмітки. Вартість таких робіт наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Витрати на нанесення дорожньої розмітки

Розмітка	Кількість	Ціна за 1 м ² , грн	Вартість, грн
1.1	8	238,23	1 906
1.5	16		3 812
1.6	4		953
1.12	6		1 429
1.14.1	40,5		9 648
1.14.2	8		1 906
Разом			19 654

Поточні витрати на підтримання функціонування нової схеми організації дорожнього руху:

$$C_{поточ} = 81351 + 19654 = 101005 \text{ грн.}$$

Вартість збитків від аварій за діючою схемою руху потрібно визначити з урахуванням минулорічної статистики. Маючи інформацію про кількість дорожньо-транспортних пригод із загибеллю, травмуванням особи та

матеріальним збитком, можливо розрахувати загальні збитки від аварій за наступною формулою:

$$C_{ДТП}^{існ} = K_з \cdot Ц_з + K_п \cdot Ц_п + K_м \cdot Ц_м, \quad (3.7)$$

де $K_з, K_п, K_м$ – кількість аварій із загибеллю, пораненнями та матеріальними збитками відповідно;

$Ц_з, Ц_п, Ц_м$ - економічні збитки від дорожньо-транспортної пригоди внаслідок загибелі, травмування людей та матеріальних збитків ($Ц_з = 200000$ грн, $Ц_п = 150000$ грн, $Ц_м = 100000$ грн), грн.

Кількість аварій згідно пункту 1.6 пояснювальної записки: $K_з = 0$, $K_п = 6$, $K_м = 10$.

$$C_{ДТП}^{існ} = 6 \cdot 150000 + 10 \cdot 100000 = 1900000 \text{ грн.}$$

Після реалізації нової схеми руху збитки від аварій визначаються шляхом коригування у межах чинної схеми управління рухом відповідно до коефіцієнтів ефективності (див. таблицю 3.3).

Таблиця 3.3 - Коефіцієнти зменшення втрат внаслідок ДТП

Організаційні заходи	Значення
встановлення дорожніх знаків	0,15
нанесення горизонтальної розмітки вулиць	0,58
нанесення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23

Загальний коефіцієнт зниження витрат у результаті аварії розраховується за такою формулою [9]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1) (1 - k_2) (1 - k_3) \dots (1 - k_n) \quad (3.8)$$

$$\Delta k = 1 - (1-0,15) \cdot (1-0,58) \cdot (1-0,23) = 0,7251$$

Очікувані витрати від аварій після реалізації нової схеми руху складуть:

$$C_{дтп}^{np} = 1900000 \cdot 0,7251 = 1377690 \text{ грн.}$$

Зниження витрат від аварій розраховується за формулою [8]:

$$\Delta C_{дтп} = C_{дтп}^{існ} - C_{дтп}^{np}, \quad (3.9)$$

$$\Delta C_{дтп} = 1900000 - 1377690 = 522310 \text{ грн.}$$

Щорічна економія розраховується за формулою [9]:

$$E = 0,5(C_{тр}^p - C_{тр}^{np}) + C_{дтп} - C_{ном}, \quad (3.10)$$

де $C_{тр}^p, C_{тр}^{np}$ - вартість затримки транспортного засобу в напрямках у існуючий та новій схемі руху відповідно, грн.

Річні витрати на затримку транспортних засобів на перехресті розраховуються за формулою:

$$C_{тр} = S \cdot Z, \quad (3.11)$$

де S - середня вартість однієї години затримки певного виду транспорту, грн.;

Z – річна затримка транспортних засобів певного типу, год

Вартості однієї години затримки транспортних засобів за типами:

- легковий автомобіль – 182,59 грн.;
- мікроавтобус – 354,97 грн.;
- автобус (тролейбус) – 532,46 грн.

Затримки транспортних засобів отримані на базі спостережених інтенсивностей руху, розраховані з використанням програмного продукту СФР та приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Затримки транспортних потоків і пасажирів

№	Перехрестя	Затримки, годин		Вартість затримок, грн	
		зараз	після	зараз	після
1	Соборний-Троїцька	12424	7362	412788	244602
2	Троїцька- Олександрівська	5634	6736	187190	223803
3	Соборний-Покровська	1535	2186	51000	72630
4	Олександрівська- Покровська	2098	3277	69707	108879
5	Разом	21691	19561	720684	649914

Річна економія від зменшення затримок руху:

$$E = 0,5(720684 - 649914) + 522310 - 101005 = 456690 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності нової схеми руху транспорту потрібно розрахувати чистий дисконтований прибуток за наступною формулою [9]:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.12)$$

де E_t - економія від реалізації нової схеми руху за рік t , грн.;

K_t - інвестиції, грн (тільки за перший рік);

C_t - витрати за рік на реалізацію нової схеми руху, грн.;

i - ставка дисконтування, % ($i = 24\%$);

t – тривалість впровадження запропонованих рішень ($t = 3$ роки).

Розрахунки чистого дисконтованого прибутку наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Чистий дисконтований прибуток

Рік	Економія від реалізації нової схеми руху	Капітальні вкладення	Коефіцієнти	Чистий дисконтований прибуток
0	456690	280520	1	176170
1	433855	-	0,8065	349904
2	412162	-	0,6504	268070
3	391554	-	0,5245	205370
				999514

Отже, інвестиції в нову схему руху повинні окупитися вже в перший рік. Просування запропонованих рішень не тільки покращує безпеку руху, але й є економічно виправданим.

Економічні показники магістерської роботи зведені в таблиці 3.6 та на слайді № 21.

Таблиця 3.6 - Економічні показники роботи

Показник	Величина	
	до реалізації нової схеми	після реалізації нової схеми
1. Інвестиції, грн	-	280520
2. Витрати від дорожньо-транспортної пригоди, грн	1900000	1377690
3. Економія від зменшення аварійності, грн	-	522310
4. Поточні експлуатаційні витрати, грн	-	101005
5. Витрати через затримку руху, грн	720684	649914
5. Економія від реалізації нової схеми руху, грн	-	456690
6. Чистий дисконтований прибуток, грн	-	999514
7. Термін окупності інвестицій, років	-	1

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У розділі магістерської роботи «Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Троїцької міста Запоріжжя» дослідником було представлено потенційні ризики, проведено загальний аналіз та розглянуто можливі шляхи усунення впливу цих ризиків.

Більшість часу дослідник проводить за комп'ютером. Тому цій частині рекомендується приділити найбільшу увагу. Під час використання комп'ютера існує кілька потенційних ризиків:

- а) підвищений шум через несправності вентиляторів, принтерів тощо, що може негативно вплинути на дослідників;
- б) значний робочий час і монотонність призводять до втоми дослідника, появи головного болю, недосипання;
- в) погана ергономіка на робочому місці може викликати біль у спині та погіршити поставу дослідника;
- г) потенційне ураження електричним струмом через ненавмисне підключення комп'ютера до мережі, багато проводів накопичується під або за столом дослідника;
- д) погане освітлення під час роботи може погіршити самопочуття дослідника;
- е) недотримання вимог до кімнатної температури може спричинити втому та дискомфорт у дослідників.

Заходи для усунення цих потенційних ризиків наведено у презентації магістерської роботи.

ВИСНОВКИ

В якості завдання на магістерську роботу розглядалося зменшення затримок руху на перехресті проспекту Соборного з вулицею Троїцькою. Також було виконано розробку заходів щодо підвищення безпеки на зазначеному перехресті. Запропоновано вжити наступних заходів:

- розроблено маршрут відведення правоповоротного транспортного потоку з проспекту Соборного на вулицю Троїцьку;
- реорганізовано руху на перехресті вулиць Олександрівської та Покровської і перехресті вулиць Троїцької та Олександрівської.

Реалізація нової схеми руху дозволить збільшити пропускну здатність перехрестя, спростити схему руху на перехресті, знизити рівень навантаження на ньому.

Крім того, віднесення правоповоротного потоку усуне конфлікт пішохідного руху з транспортом у найбільш завантаженому напрямку на перехресті, що має добре вплинути на підвищення безпеки руху. Поліпшення умов дорожнього руху матиме певний економічний ефект.

Організація руху за новою схемою повинна зменшити затримки транспорту та витрати від аварій на суму понад 1 мільйон гривень.

Тому введення нової схеми організації руху є економічно вигідним. Чистий дисконтований прибуток за три роки від реалізації запропонованих рішень повинен становити майже 1 мільйон гривень.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Запорізька обласна державна адміністрація. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://www.zoda.gov.ua/>
2. Запорізька міська рада. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://zp.gov.ua/uk>.
3. Комунальне підприємство Запорізької міської ради «Запоріжелектротранс». Офіційний сайт. Режим доступу: <https://zet.zp.ua/>.
4. Гаврилов Е.В. Системологія на транспорті: підручник у 5 кн. / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, О.Т. Лановий, І.Е. Линник, В.П. Поліщук; за заг. ред. М.Ф. Дмитриченка - Книга 4. Організація дорожнього руху – Київ: Знання України, 2007. - 452 с.
5. Інструкція до використання вимірювача швидкості «Іскра-1». Київ, Технополіс, 2002. – 26 с.
6. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов / М.С. Фишельсон – М.: Высшая школа, 1985. - 239 с.
7. ДСТУ 4092-2002 «Світлофор. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки»
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.