

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ПРОСПЕКТУ СОБОРНОГО
ТА ВУЛИЦІ ФРАНКА м. ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент II курсу, групи T-310м

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

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

		Дмитро ВІЧЕВ (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)

Вічева Дмитра Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

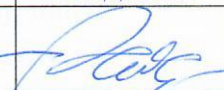
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

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 Організація руху транспорту частиною вулиці Франка за односторонньою схемою. 2.2 Організація дорожнього руху в нових умовах. 2.3 Організація руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка. 2.4 Визначення перепробігу транспортних потоків при використанні односторонньої схеми руху частиною вулиці Франка. 2.5 Реорганізація стоянок автомобільного транспорту біля торгівельно-розважального центру «Аврора». 2.6 Організація пішохідного руху. 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)

Дмитро ВІЧЕВ
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Ігор РАЙДА
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 65 с., 19 табл., 18 рис., 9 використаних джерел.

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

Об'єкт дослідження: перехрестя на вулично-дорожній мережі Олександрівського району в місті Запоріжжі.

Мета роботи: підвищити безпеку та поліпшити організацію руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Соборного з вулицею Франка.

Методи дослідження: аналітичний, графо-аналітичний.

В магістерській роботі зібраний матеріал щодо основних характеристик транспортних та пішохідних потоків на перехресті, дорожніх умов. Вивчена та проаналізована існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті.

Розглянута можливість організації однобічного руху на ділянці вулиці Франка. Запропонована схема організації руху автомобільного транспорту в нових умовах, виконано розрахунки параметрів світлофорної сигналізації для нових умов руху на перехресті.

Запропоновані рішення є доцільними, що підтверджено 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 Характеристика району проектування.....	12
1.3 Характеристика об'єкту проектування.....	13
1.4 Характеристика транспортних та пішохідних потоків.....	15
1.4.1 Інтенсивність та склад транспортного потоку.....	15
1.4.2 Швидкість транспортного потоку.....	21
1.4.3 Аналіз пішохідного руху.....	25
1.5 Особливості організації дорожнього руху на перехресті.....	26
1.6 Оцінка потенційної небезпеки руху на перехресті.....	29
1.7 Існуючі недоліки та постановка завдань на магістерську роботу	34
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	36
2.1 Організація руху транспорту частиною вулиці Франка за однобічною схемою.....	36
2.2 Організація дорожнього руху в нових умовах.....	39
2.3 Організація руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка.....	42
2.4 Визначення перепробігу транспортних потоків при використанні однобічної схеми руху частиною вулиці Франка.....	50
2.5 Реорганізація стоянок автомобільного транспорту біля торгівельно-розважального центру «Аврора».....	51
2.6 Організація пішохідного руху.....	54
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	56

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
Висновки.....	64
Перелік джерел посилення.....	65

ВСТУП

Проблема вдосконалення транспортної системи в сучасних містах є дуже серйозною. Розвиток міської інфраструктури, постійне зростання трафіку на вулицях і дорогах робить цю проблему одним із найважливіших питань, від яких залежить нормальне функціонування міст, а в кінцевому підсумку – здоров'я жителів цього міста.

Збільшення автопарку та інтенсивності руху призводить до збільшення інтенсивності руху, що в контексті міст з історично розвиненою забудовою призводить до транспортних проблем. Особливо серйозно це стосується вузлів дорожньої мережі. Тут збільшуються затримки руху, виникають черги та затори, що спричиняє уповільнення, необґрунтовану витрату палива, підвищений знос вузлів та агрегатів автомобіля. Коливання руху, часті зупинки, затори на перехрестях є причиною підвищеного забруднення міських повітряних басейнів продуктами неповного згоряння палива. При цьому гинуть і травмуються сотні людей, пошкоджується обладнання та вантажі, збільшується кількість аварій. Місто Запоріжжя не є винятком.

Предметом цієї магістерської роботи стало перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка в Олександрівському районі нашого міста. Зменшення транспортних витрат на цій ділянці вулично-дорожньої мережі є основним питанням, яке розглядається 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. Він знаходиться на стику головної водної магістралі країни (річки Дніпро) з транспортно-комунікаційним коридором, що з'єднує схід України із Кривим Рогом та Закарпаттям.

За єдиною схемою районного планування України Запоріжжя займає важливе місце в системі розселення 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].

Система міжрайонного розселення (приміська зона), яку очолює Запоріжжя, характеризується високим рівнем промислово-господарського розвитку території, високою цінністю сільськогосподарських угідь і природного середовища. Приміська зона Запоріжжя складає 760 тис. га і включає в себе 5 міст, 6 селищ міського типу та близько 300 сільських поселень. Загальна чисельність населення становить близько 315 000 осіб [1].

Станом на 1 грудня 2012 року чисельність населення Запоріжжя становила: поточне населення - 770866 та постійне населення - 766930. Щільність заселення території становить 2772 чол./км² [2].

Відмінною особливістю міста Запоріжжя є те, що в ньому зосереджено близько 65% виробничої потужності області та близько 43% місцевого населення.

Територія міста Запоріжжя в межах міста становить 33099 га. Коефіцієнт споживання території на 1000 населення становить 39 га, що приблизно збігається з такими ж показниками для міста Дніпра (33 га) та

знаходиться на одному рівні з усіма міськими поселеннями України (40 га) [2].

Понад 4 тис. га площі займають водні поверхні (12,8 %), близько 8 тис. га використовуються під промислові, комунальні та складські приміщення, спеціальні території, 17,6 % міських земель використовується для сільського господарства. Вільна міська земля, що займає 1,6% загальної території м. Запоріжжя, у міській забудові роздроблена та розпорошена [2].

Забудова міста є компактною і відкритою, розташована на обох берегах Дніпра. Лівобережна частина лінійна і дуже неоднорідна за функціональною зональністю. Житлові райони, розділені транспортними та комунікаційними коридорами, простягаються вздовж узбережжя і безпосередньо примикають до промислових районів. Як наслідок, значна частка житла (до 70%) знаходиться в районах, на які впливають промислові підприємства.

Правобережна частина міста менша і однорідніша за функціональним зонуванням. Промислові підприємства Хортицького промислового району не мають негативного впливу на більш «екологічне» житло правобережжя.

Ділянка правого берега є відносно екологічною, але має місце недостатньо розвинене транспортне сполучення з місцями працевлаштування (чотири промислові зони міста розташовані на ділянці лівого берега) та центром міста.

Місто поділяється на 7 адміністративних районів: Олександрівський, Заводський, Комунарський, Вознесенівський, Дніпровський, Хортицький, Шевченківський.

Сучасна транспортна інфраструктура Запоріжжя включає зовнішні транспортні системи, такі як залізничні, автобусні, автомобільні мережі, повітряний транспорт та водний (річний) транспорт та внутрішні - магістральну вулично-дорожню мережу та мережу масового пасажирського транспорту.

Обсяг пасажирських перевезень м. Запоріжжя за видами транспорту у 2012 році наведено в таблиці 1.1, вантажних – у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Пасажиропотік у 2012 році

Вид транспорту	Відправлено пасажирів		Пасажирообіг	
	тис. пас.	% до 2011 р.	тис. пас-км.	% до 2011 р.
залізничний	17384.0	101.0	2929.2	102.4
автомобільний	81193.7	98.2	936,5	100.3
водний	107.7	90.9	1.4	100.6
повітряний	29.5	141.8	19.2	147.7
трамвайний	46761.3	81.9	116.9	81.9
тролейбусний	21553.3	95.4	71.1	95.4
Всього	167029.5	92.9	4074.3	102.4

Таблиця 1.2 - Обсяг вантажних перевезень у 2012 році

Вид транспорту	Відправлено вантажів		Вантажообіг	
	тис. т	% до 2011 р.	тис. ткм	% до 2011 р.
залізничний	15190.1	98.8	7143.8	89.8
автомобільний	2426.7	85.3	779.2	104.8
водний	499.6	80,0	18.9	81.9
повітряний	0.6	133,0	1.0	63.4
Всього	18117.0	96.1	7942.9	91.0

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

Зовнішні автобусні перевезення пасажирів здійснюються трьома автобусними станціями та одним автобусним вокзалом. Перевезення здійснюють підприємства різних форм власності. Міська маршрутна мережа, що сполучає всі соціально важливі райони міста, складається з електричного та автомобільного транспорту.

Представником електротранспорту в місті Запоріжжі є «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].

Середньодобова кількість транспортних засобів на маршруті міського транспорту становила 135 трамваїв, 100 тролейбусів, 1198 автобусів різних класів.

Зовнішня мережа автомобільних доріг включає дороги державного значення, що забезпечують сполучення з Дніпропетровською, Харківською, Полтавською, центральними та південними областями України, Чорноморським та Азовським узбережжями.

Вантажно-пасажирські перевезення здійснюють два річкові порти, розташовані на лівому березі, вище та нижче за течією Дніпровської ГЕС. Повітряний транспорт забезпечує аеропорт Запоріжжя, розташований на північному сході міста.

Існуючі магістральні дороги та дорожні мережі міста представлені автомобільними дорогами міського та обласного значення. Транспортне сполучення між лівим і правим берегами здійснюється мостом через Дніпровську дамбу та острів Хортиця. Зараз будується новий мостовий перехід.

Довжина дорожньої мережі м. Запоріжжя – 997,0 км, 689,1 км – асфальтобетон, 27,3 км – бруківка, 155,68 км – гравій, 124,25 км – ґрунт [2].

1.2 Характеристика району проектування

У 1770 році на території сучасного Олександрівського району була побудована Олександрівська фортеця і народилося місто Олександрівськ. У 1921 році місто Олександрівськ було перейменовано в Запоріжжя [2].

2 вересня 2020 року Жовтневий район відзначив своє 85-річчя.

Загальна площа району 11,2 км². На 01.12.2012 р. чисельність населення становить 70479 осіб [2].

Станом на 2012 рік у Олександрівському районі зареєстровано 201328 транспортних засобів, з них 28729 у власності юридичних осіб та 172599 у фізичних осіб. Серед цих транспортних засобів знаходиться 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 імені Дроб'язка. Територію району перетинає центральна вулиця міста - проспект Соборний. За технічними характеристиками кількість вулиць в районі становить 83 одиниці загальною площею 85,7 га. Довжина дорожньої мережі 118,0 км, з них 85,2 км – асфальтобетонна, 7,2 км – бруківка, 17,0 км – гравій, 8,6 км – ґрунтова дорога. Довжина освітлювальної мережі 126 226 м. Довжина водопроводу 160 км. Основними галузями Олександрівського району є: торгівля, банківська справа, машинобудування та транспорт, телекомунікації, легка промисловість, виробництво та розподілення води та тепла, будівництво, нерухомість, юридичні послуги, освіта, видавнича справа [2].

Основними магістральними дорогами в цьому районі є:

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

Друга за значенням залізнична станція Запоріжжя-2 знаходиться в Олександрівському районі.

В районі є три найбільші університети: національний університет «Запорізька політехніка», Запорізький національний університет та Класичний приватний університет. Станом на 01.04.2012 р. загальна кількість студентів становила 38395 осіб [2].

Крім того, у місцевих школах навчається 5344 учні, а в коледжах та ліцеях – 2680 учнів [2].

Одним з найбільших центрів притягнення місцевого населення є найбільший у місті Запоріжжя ринок «Центральний». Щодня приїжджає багато людей як з міста, так і з області. Ринок є місцем продажу продуктів харчування, а також будівельних матеріалів, сантехніки, меблів, побутової техніки, одягу та взуття.

1.3 Характеристика об'єкту проектування

Предметом магістерської роботи є перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка, що знаходиться в Олександрівському районі Запоріжжя.

Вулиця Франка не є вулицею районного значення, але відіграє важливу роль у формуванні входу до розважально-торгового комплексу «Аврора». Комплекс «Аврора» був побудований ще в кінці 2013 року. Водночас було реорганізовано рух транспорту на зазначеному перехресті. Було встановлено світлофорний об'єкт, який змінив статус перехрестя на регульований.

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка має хрестоподібну форму. Дороги перетинаються під кутом 90° . Вулиця Франка має поздовжній ухил від вулиці Поштової до проспекту Соборного 11° та від проспекту Соборного до вулиці Олександрівської - $9-15^\circ$.

Проспект Соборний має по три смуги в кожну сторону. Зустрічні потоки розділені зеленою смугою, яка не призначена для руху. Загальна ширина зони перехрестя становить 25,5 м, по 4 м в обидва боки для першої смуги, 3,5 м для другої та третьої смуги, 3,5 м для розділової смуги.

Вулиця Франка має ширину 7 метрів і має дві смуги, по одній у кожний бік.

На перехресті стан дорожнього покриття на момент дослідження хороший.

На перехресті дозволені всі напрямки руху. Розташування перехрестя по відношенню до вулиць та дорожніх мереж міста Запоріжжя показано на слайді № 2 графічної частини магістерської роботи та на рисунку 1.1. Загальний вигляд перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка наведено на рисунку 1.2 та на слайді № 3.

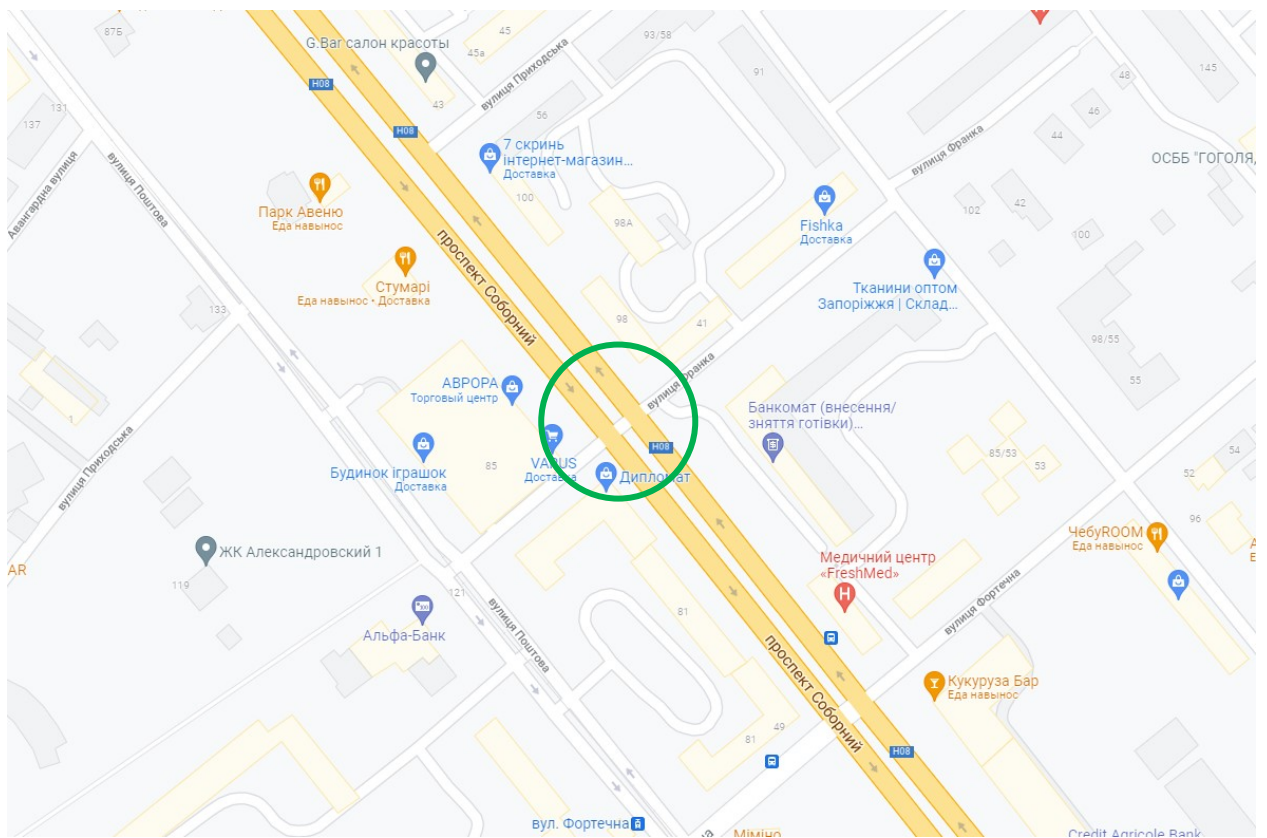


Рисунок 1.1 – Перехрестя проспект Соборний – вулиця Франка
на мапі міста Запоріжжя



Рисунок 1.2 – Вигляд перехрестя проспект Соборний – вулиця Франка

1.4 Характеристика транспортних і пішохідних потоків

1.4.1 Інтенсивність і склад транспортного потоку

Щоб проаналізувати рівень організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка, необхідно зібрати інформацію про основні характеристики дорожнього руху та пішохідного потоку. Такими ключовими характеристиками є інтенсивність, швидкість і склад транспортних потоків та інтенсивність пішохідних потоків.

У вересні 2021 року було проведено дослідження інтенсивності транспортних та пішохідних потоків. Протягом досліджуваного періоду

погода була без опадів, температура від 23°C до 27°C, середня швидкість вітру 3-5 м/с.

Розглядаючи напрямок 1, ми враховуємо трафік, що надходить з боку від вулиці Української проспектом Соборним. Напрямок 2 рухається вулицею Франка від вулиці Поштової. Напрямок 3 – це транспортний потік з боку проспектом Соборним в напрямку вулиці Української. Напрямок 4 – транспортний потік вулицею Франка від вулиці Олександрівської.

Крім того, якщо необхідно розділити потік на правоповоротний і лівоповоротний, номер основного потоку позначається пронумерованою крапкою:

- потік лівого повороту позначається цифрою 1;
- потік, що рухається прямолінійно, позначається цифрою 2;
- потік правого повороту позначається цифрою 3.

Наприклад, потік, що рухається з вулиці Поштової і повертає праворуч, позначається як 2.3 (див. рисунок 1.3).

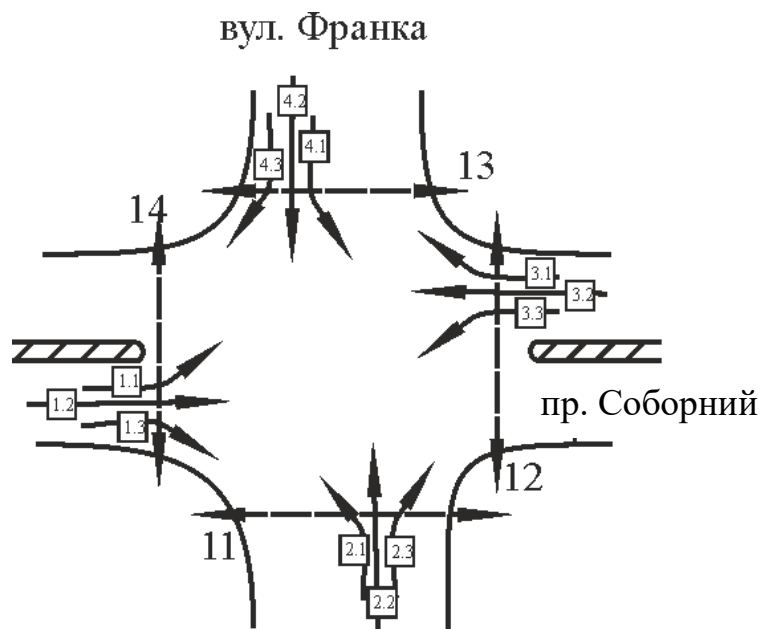


Рисунок 1.3 – Позначення напрямків руху на перехресті

Отримані дані про інтенсивність та склад транспортних потоків представлені в таблицях 1.3-1.5.

Таблиця 1.3 - Результати врахування інтенсивності руху на перехресті
пр. Соборний – вул. Франка з 8:00 до 9:00 години

Тип транспортного засобу	Інтенсивність, 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	24	522	6	-	12	6	24	408	-	12	8	4
мікроавтобус	-	74	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-
автобус	-	46	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-
тролейбус	-	12	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-

Таблиця 1.4 – Результати врахування інтенсивності руху на перехресті
пр. Соборний – вул. Франка з 12:00 до 13:00 години

Тип транспортного засобу	Інтенсивність, 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	24	582	30	12	24	60	90	372	66	30	4	12
мікроавтобус	-	68	-	-	-	-	-	76	-	-	-	-
автобус	-	52	-	-	-	-	-	46	-	-	-	-
тролейбус	-	18	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-

Таблиця 1.5 - Результати врахування інтенсивності руху на перехресті
пр. Соборний – вул. Франка з 17:00 до 18:00 години

Тип транспортного засобу	Інтенсивність, 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	72	460	120	24	5	10	12	417	24	5	1	2
мікроавтобус	-	66	-	-	-	-	-	74	-	-	-	-
автобус	-	52	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-
тролейбус	-	12	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-

Проаналізувавши отримані значення інтенсивності руху, можна побачити, що на проспекті Соборному немає чіткого пікового часу. Найбільша інтенсивність на вулиці Франка спостерігається ввечері. Останнє стосується напрямку транспортного потоку до та від центру «Аврора».

Інтенсивність транспортного потоку показана на слайді № 4.

Склад транспортних потоків є одним з основних факторів, що впливають на транспортний режим, і вимірюється у відсотках між кількістю транспортних засобів різних типів на цій ділянці дорожньої мережі. Склад транспортного потоку впливає на всі параметри руху, в основному впливає на навантаження на дорогу через відмінності габаритних розмірів транспортного засобу і відображає загальний склад міської техніки. Склад потоків у різних точках міських вулиць і дорожньої мережі неоднаковий, і ці відмінності в основному пов'язані з роллю цієї ділянки вулиці чи магістралі в загальній транспортній схемі міських вантажних і пасажирських перевезень.

За результатами врахування складу транспортних потоків переважають автомобілі. Наступним важливим елементом транспортного потоку на проспекті Соборному є мікроавтобуси та автобуси. Склад транспортного потоку наведений на рисунку 1.4 та слайді № 5.

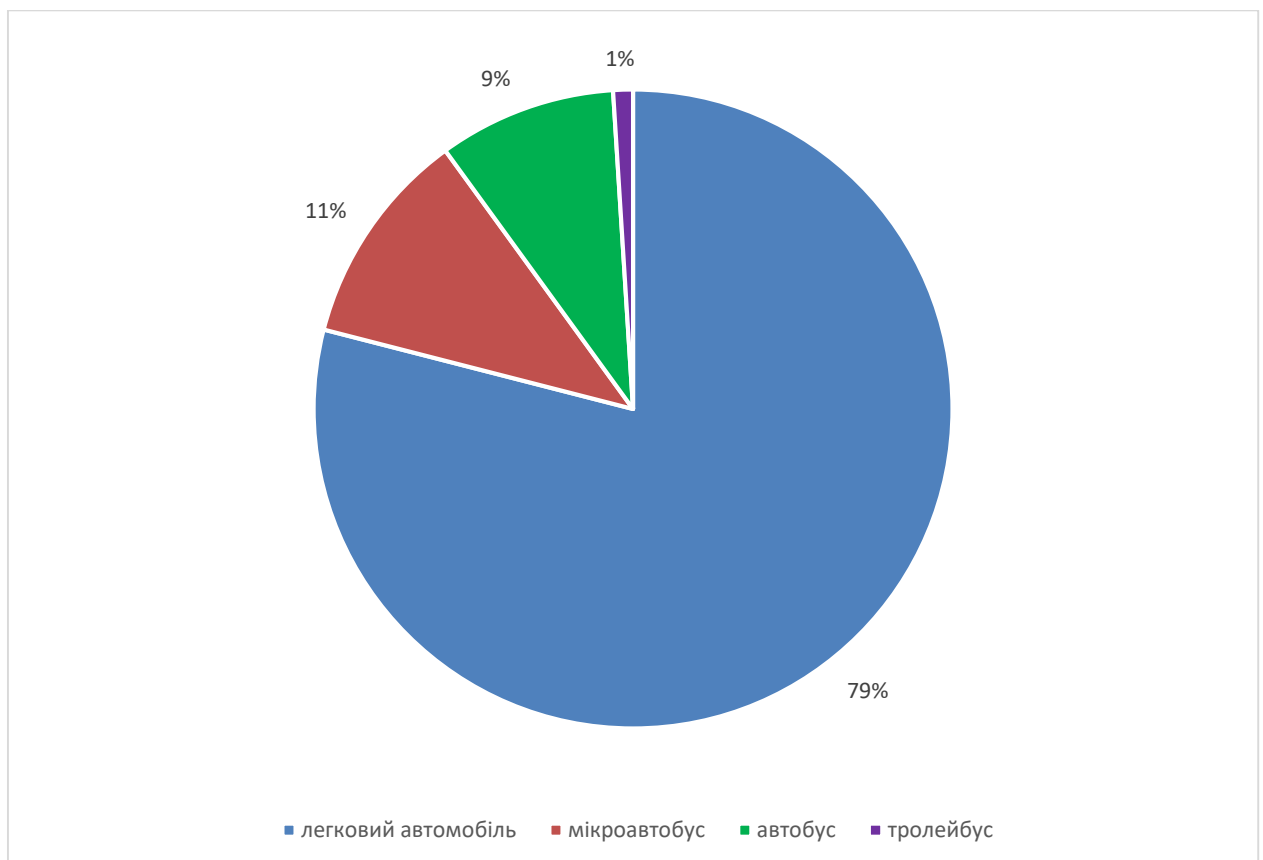


Рисунок 1.4 - Склад транспортного потоку на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка

З урахуванням складу потоку можливо розрахувати приведену інтенсивність руху за такою формулою [4]:

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

де N_l , N_v , N_m , N_a , N_{tr} – інтенсивність руху відповідно легкових автомобілів, вантажівок, мікроавтобусів, автобусів та тролейбусів у фізичних одиницях;

$k_{np.v}$, $k_{np.m}$, $k_{np.a}$, $k_{np.tr}$ – коефіцієнти зведення відповідно для вантажних автомобілів, мікроавтобусів, автобусів та тролейбусів (приймаються $k_{np.v} = 2$; $k_{np.m} = 1,5$; $k_{np.a} = 3$; $k_{np.tr} = 3$).

Приведена інтенсивність руху розраховується для всіх напрямків. Результати розрахунку зведені в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 - Результати розрахунку приведеної інтенсивності руху на перехресті

Години доби	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	24	873	6	0	12	6	24	801	0	12	8	4
12:00 - 13:00	24	1020	30	12	24	60	90	711	66	30	4	12
17:00 - 18:00	72	850	120	24	5	10	12	792	24	5	1	2

Однією з найважливіших причин необхідності реконструкції дороги є збільшення інтенсивності руху, що зменшує швидкість і викликає затори на окремих ділянках дороги та призводить до різкого погіршення якості руху. Щоб запобігти погіршенню умов дорожнього руху та вжити відповідних заходів щодо покращення стану доріг, необхідно прогнозувати інтенсивність руху на основі записів обсягів руху існуючих доріг.

На основі спостережень протягом кількох років можна встановити тенденції збільшення інтенсивності руху, визначені шляхом екстраполяції ретроспективних даних. При цьому до отриманої інтенсивності додається вантажопотік майбутніх підприємств, які будуються або будуть побудовані в зоні доріг. Точність прогнозування інтенсивності руху залежить від правильно обраної в цьому процесі гіпотези зміни.

Тому при виборі гіпотези щодо зміни інтенсивності руху за роки слід враховувати характер розвитку території доріг та зростання громадського транспорту.

Розрахункова інтенсивність руху розраховується за формулою [4]:

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

де N_t – інтенсивність руху в розрахунковий рік, авт/добу;

N_0 – інтенсивність руху поточного року за даними спостережень, авт/добу;

α – коефіцієнт приросту інтенсивності руху;

t – розрахунковий період прогнозування, роки.

Згідно з [4] приріст інтенсивності у містах України становить 1%. Інтенсивність прогнозується на 5 років.

Інтенсивність на перспективу розраховується для перехрестя в цілому (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 – Розрахункова перспективна інтенсивність на перехресті

Перехрестя	Існуюча інтенсивність 2021 року	Інтенсивність, од/год				
		2022 рік	2023 рік	2024 рік	2025 рік	2026 рік
Пр. Соборний - вул. Франка	2083	2104	2125	2146	2168	2189

1.4.2 Швидкість транспортного потоку

Швидкість - це експлуатаційна якість автомагістралі, яка є важливою характеристикою транспорту. За величиною швидкості руху можна оцінити ступінь безпеки руху, комфорт і зручність пересування, а також ефективність руху. Величина швидкості постійно змінюється вздовж дороги. Ці зміни пов'язані з характером дорожніх умов та інтенсивністю руху.

Транспортний потік на міських вулицях і дорогах формується багатьма факторами, найбільш впливовими з яких є: радіус кривих в плані, стан проїздів і узбіч залежно від погодно-кліматичних факторів, склад і щільність потоків, частота та узгодженість роботи перехресть, ступінь ізоляції від пішохідного руху та спосіб організації дорожнього руху.

Склад потоку сильно впливає на швидкість руху автомобіля. Середня швидкість і кількість обгонів залежать від складу транспортного потоку.

Під час руху по дорозі та у вільних умовах водій намагається підтримувати потрібну швидкість. Якщо збільшується інтенсивність руху, виникає необхідність не тільки робити обгін, щоб зберегти швидкість, але й гальмувати, коли обгін не можливий.

Сукупна дія всіх цих факторів встановлює конкретні обмеження швидкості на дорозі. Зміни швидкості руху є випадковими через випадковий вплив усіх активних елементів. Тому це необхідно враховувати при розрахунку швидкості, щоб отримати значення швидкості, близьке до реальної, що спостерігається в реальних дорожніх умовах.

Швидкість руху в основному визначається стаціонарним методом спостереження. Для вимірювань використовуються секундомір, спідометр і радар.

Використання радара для визначення швидкості автомобіля засноване на використанні ефекту Доплера. Ефект Доплера описує різницю в частоті між випромінюваними та відбитими електромагнітними хвилями, які

спрямовані в бік автомобіля, що рухається. Радар розташовується за 15-20 м від осі дороги під певним кутом до напрямку руху.

При вимірюванні швидкості застосували універсальний імпульсний радар «Іскра-1». Він реалізує всі можливі режими роботи з положення спокою чи руху та вибирає ціль для напрямку. Технічні характеристики пристрою наведені в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - Тактико-технічні характеристики вимірювача «Іскра-1»[5]

Параметр	Значення
Робоча частота	24,15 ± 0,1 ГГц (діапазон К)
Дальність виявлення	500 - 800м
Діапазон вимірюваної швидкості	30 - 220 км/год
Абсолютна межа похибки для допустимих вимірювань швидкості	± 2,0 км/год
Час вимірювання швидкості	1,0 с або менше
Вибір найшвидшої цілі	коли групова швидкість нижча на 4 км/год
Кількість комірок пам'яті	2
Час для збереження значення швидкості в кожній комірці пам'яті	не менше 10 хвилин
Допустимий час безперервної роботи	мінімум 16 годин
Час налаштування режиму роботи після включення	до 3 секунд
Середнє споживання електроенергії	8 Вт або менше
Автономне джерело живлення	Від 6 до 24 годин без підзарядки. Залежить від обраного типу батареї
Напруга живлення	11 - 16 В
Вага	не більше 0,9 кг (без батареї)
Габаритні розміри	265x180x65 мм або менше
Допустима гранична температура	- 50°C + 55°C
Середній час до відмови	5000 годин

Якісний діапазон визначення номерного знаку – 100 м.

При інтенсивності руху 200 авт/год і більше рекомендована кількість вимірювань становить 30 [4]. Кількість вимірювань зменшується, оскільки швидкість автомобілів у потоці поступово вирівнюється зі збільшенням інтенсивності руху. Дані, отримані в результаті спостережень за швидкістю руху, обробляються за допомогою математичних статистичних методів. Усі значення швидкості, отримані в результаті спостережень на першому кроці, об'єднуються в розряди. Величина розряду приймається за 5 км/год, визначається частота, частість і кумулятивна частість.

Частота – це кількість автомобілів, які рухаються зі швидкістю, яка входить до певної категорії (розряду).

Частість виражається у відсотках як відношення частоти, що відповідає кількості отриманих вимірювань, і загальної кількості вимірювань.

Кумулятивна частість – це послідовна сума частот кожного розряду.

Отримані дані зведені в таблицю 1.9.

Згідно з таблицею 1.9 виконується креслення діаграми розподілу швидкостей та кумулятивної кривої (див. рисунок 1.5).

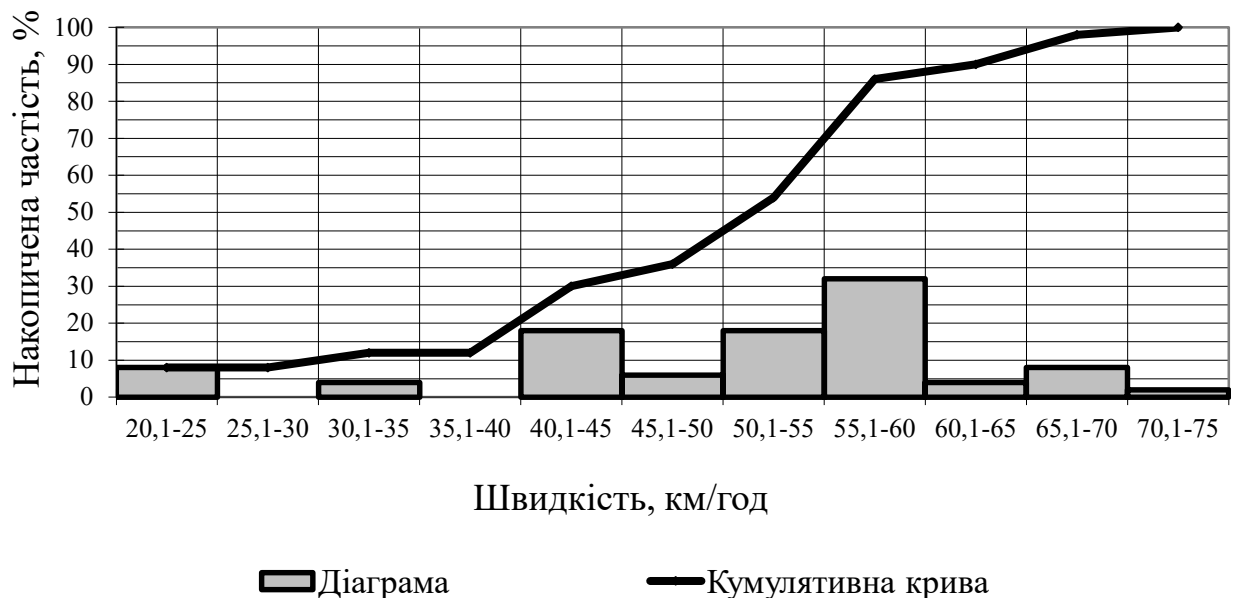


Рисунок 1.5 - Діаграма та кумулятивна крива розподілу швидкостей

Таблиця 1.9 - Характеристики даних спостережень швидкості

Розряд, км/год	Частота	Частість, %	Кумулятивна частість, %
Ділянка між перехрестями пр. Соборного з вул. Запорізькою та вул. Франка			
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
Разом	50	100	-

При аналізі статистичних даних для миттєвої швидкості існують показники безпеки 15, 50, 85 і 95 %. Ці показники базуються на аналізі кумулятивних кривих.

З кривої розподілу ми отримуємо модальне значення швидкості, яке представляє швидкість, з якою рухається основна частина транспортних засобів, і середню швидкість, яка практично еквівалентна 50 % швидкості забезпечення.

Швидкість забезпечення 15 % показує, яка швидкість є у найповільнішій частини транспортного потоку, що є причиною подій, пов'язаних із обгоном.

Швидкість забезпечення 50 % відповідає середній швидкості всіх автомобілів у цьому потоці.

Швидкість забезпечення 85 % показує швидкість, з якою рухається найшвидша частина потоку автомобілів. Значення цієї швидкості використовується для організації руху.

Значення швидкості, що дорівнює 95 %, відображає швидкість найшвидших автомобілів, які ризикують потрапити в дорожньо-транспортну пригоду.

Аналізуючи кумулятивну криву, ми знаходимо швидкості 15, 50, 85 і 95 % забезпеченості. Отримані значення занесені в таблицю 1.10.

Таблиця 1.10 - Значення швидкості, отримані з аналізу кумулятивної кривої

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

На слайді № 6 наведено дані про швидкість транспортних потоків.

1.4.3 Аналіз пішохідного руху

Пішохідний рух вулицями міста є темою дослідження для вибору методів регулювання та розробки різноманітних планувальних заходів для покращення умов руху та підвищення безпеки.

Пішохідний потік загалом багато в чому визначає характер транспортного процесу, а якість організації пішохідного руху багато в чому впливає на рівень аварійності в місті.

В сучасних міських умовах організація дорожнього руху повинна мати за основну мету створення оптимальних умов для руху пішоходів.

Оптимальні умови руху в цьому випадку будуть такими, щоб пішоходи могли вільно обирати напрямок і швидкість руху, якщо вони в безпеці на тротуарі. У зв'язку з цим необхідна інформація для визначення основних характеристик пішохідних потоків.

Основними показниками, що характеризують рух пішохідних потоків, є інтенсивність, щільність і швидкість руху.

Загальне навантаження на тротуар чи перехід представляє інтенсивність пішохідного потоку, що визначається кількістю пішоходів, які проходять поперечний перетин тротуару (пішохідного переходу) під час спостереження.

Для пішохідного руху на напрямі 11 відповідають пішоходи, що рухаються проспектом Соборним ближче до вулиці Франка. Напрямок 12 вважається пішохідним потоком через проспект Соборний з боку вулиці Франка. Напрямок 13 - пішохідний потік проспектом Соборний ближче до вулиці Олександрівської. Пішохідний потік, що перетинає проспект Соборний від вулиці Олександрівської, є напрямком 14.

У таблиці 1.11 наведено інтенсивність пішохідного потоку.

Таблиця 1.11 - Результати розрахунку пішохідного руху на перехресті

Перехрестя	Інтенсивність пішохідного руху, піш/год			
	11	12	13	14
пр. Соборний - вул. Франка	156	330	372	480

1.5 Особливості організації дорожнього руху на перехресті

Як зазначалося раніше, перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка регулюється світлофорним об'єктом. До світлофорних споруд

належать світлофори та пішохідні світлофори. Регулювання на перехресті виконуються в двофазному циклі. Однак фази в циклі керування не є стандартними, а мають функцію відсічки, тому можна повертати ліворуч в більш безпечних умовах. Але недоліком цього є те, що пішоходам і автомобілістам важко орієнтуватися, а також певний ризик несе маневр повороту ліворуч з проспекту Соборного у бік вулиці Олександрівської.

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка працює у координованому режимі регулювання світлофорного об'єкта на всьому проспекті Соборному. Тривалість циклу становить 81 секунду. На рисунку 1.6 та слайді № 7 показана циклограма роботи світлофорного об'єкта на перетині проспекту Соборного та вулиці Франка.

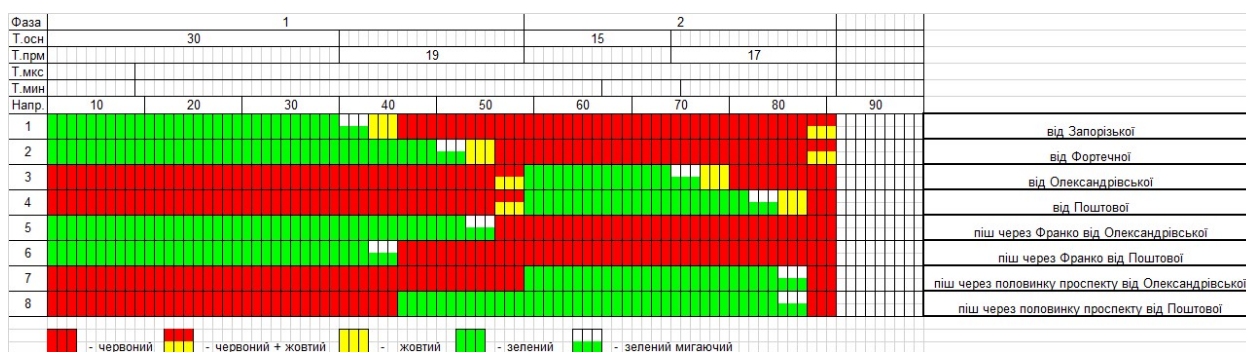


Рисунок 1.6 – Циклограма світлофорного об'єкта на перехресті

Рух на перехресті окрім світлофорного об'єкту регулюється ще дорожніми знаками та дорожньою розміткою. Усі ці технічні засоби щодо контролю та управління дорожнім рухом на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка відповідають чинним вимогам ДСТУ та не потребують змін місця розташування та використання.

На слайді № 8 та на рисунку 1.7 показано існуючу схему організації руху автомобільного транспорту на перетині проспекту Соборного та вулиці Франка.

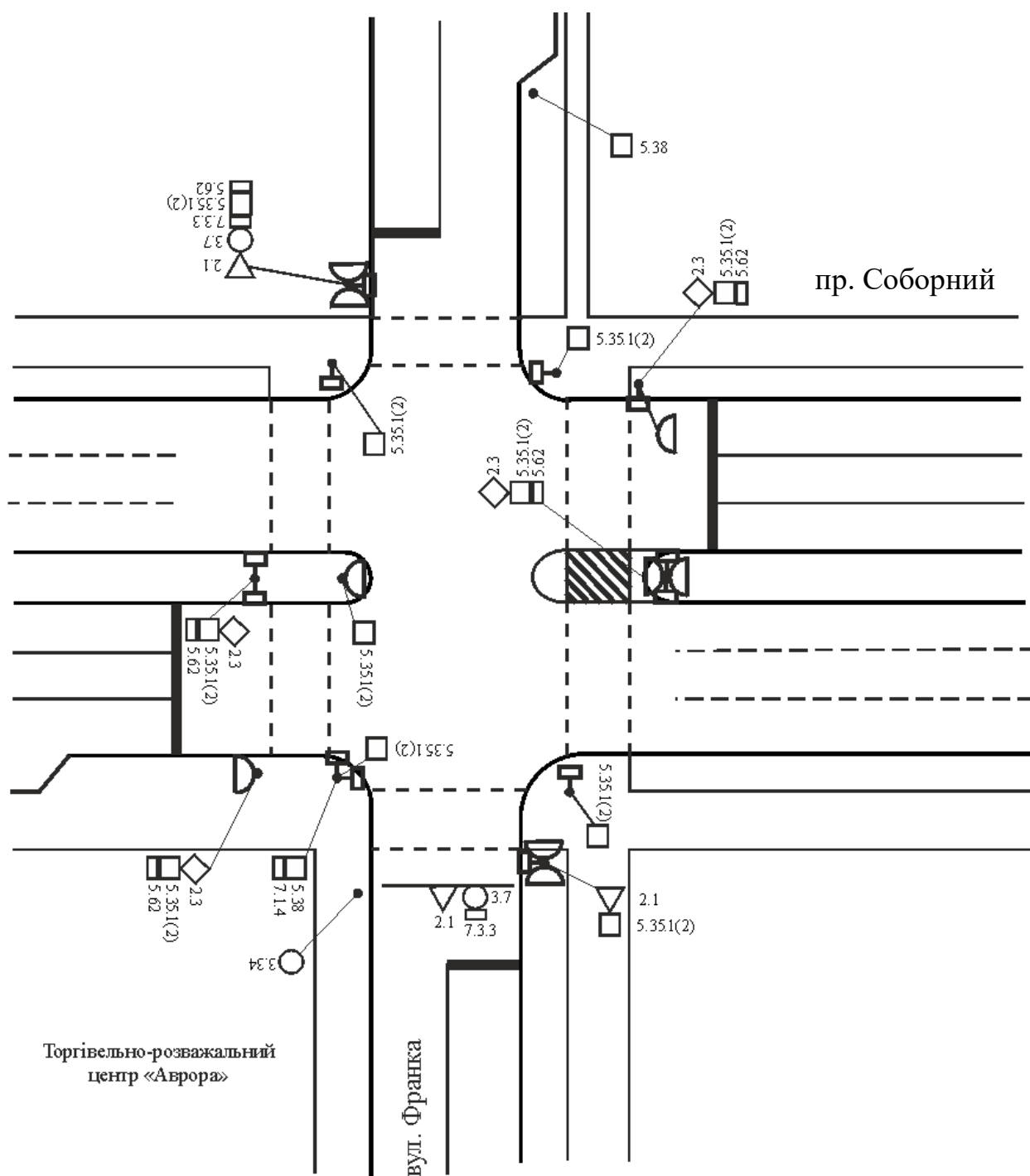


Рисунок 1.7 – Існуюча схема організації дорожнього руху на перехресті

1.6 Оцінка потенційної небезпеки руху на перехресті

Дорожньо-транспортна пригода — подія (небезпечна аварія), що сталася під час руху дорожнього транспортного засобу, що спричинила загибель чи поранення людей та пошкодження майна.

У таблиці 1.12 наведено зміну кількості аварій у Запоріжжі за останні 12 років.

Таблиця 1.12 - Статистика дорожньо-транспортних пригод для Запоріжжя

Рік	Кількість аварій	Потерпілих, осіб	З них	
			загинуло	поранено
2009	1784	2190	245	1945
2010	1954	2527	337	2190
2011	1947	2551	329	2222
2012	2096	2753	321	2432
2013	2329	3290	377	2913
2014	2340	3341	368	2973
2015	8145	3377	351	3026
2016	11016	4280	465	3815
2017	12905	3314	323	2991
2018	8996	2352	247	2105
2019	7735	1904	228	1676
2020	6857	1745	206	1539

За останні три роки на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка дорожньо-транспортних пригод не зафіксовано. Однак це не означає, що перехрестя повністю безпечне. Зараз поліція в основному фіксує

дорожньо-транспортні пригоди з потерпілими. Тому не значні аварії могли залишитися без уваги.

Для оцінки потенційного ризику на перетині проспекту Соборного та вулиці Франка використано метод аналізу конфліктів. Він був запропонований більше 40 років тому як одна з процедур оцінки безпеки руху. З метою підвищення рівня безпеки руху спочатку його використовували для аналізу ситуацій зіткнення автомобілів, а останнім часом розглядається також процес створення ситуацій зіткнення автомобілів і пішоходів. Зроблено спроби встановити зв'язок між кількістю ДТП за минулий рік, в яких використовувався розрахунок аварійних ситуацій, та небезпечною ділянкою дороги. Також виявлено, що на перехрестях, де мають місце затори, збільшуються конфліктні ситуації і відповідно збільшується кількість аварій.

Ситуація конфлікту - це транспортна подія, в якій беруть участь один або кілька пішоходів або транспортних засобів, з одного боку, і один або більше транспортних засобів або пішоходів, з іншого боку, при якому один або обидва (або більше) учасників дорожнього руху рухаються ненормально або щоб уникнути зіткнення або наїзду. Незвичайна поведінка, наприклад, це різка зміна напрямку або швидкості.

Ситуацією конфлікту вважається несподіваний маневр для уникнення зіткнення. Це аналогічно різким змінам швидкості (наприклад, гальмування, зміна смуги руху та прискорення для автомобіля; для пішоходів: зупинка, біг і паралельний рух, щоб уникнути зіткнення з транспортним засобом).

Традиційні методи аналізу аварій базуються на статистиці спостережень, і тому можуть використовуватися лише «після факту». Це не дає можливості оцінити аварії при проектуванні чи вдосконаленні дорожньої мережі міста. Однак зазначається, що всім аваріям, які вже сталися, передують конфлікт і (в свою чергу) передують несприятлива дорожня ситуація. Така ситуація найчастіше зустрічається в місцях, де існує специфічна взаємодія учасників дорожнього руху, наприклад, транспортних засобів і пішоходів. Ці

місця називаються точками конфлікту. Можна визначити потенційні точки аварії, а подальші оцінки дозволяють вжити заходів для зменшення аварій, не чекаючи їх.

Природно, найбільшою характеристикою в цьому плані є місце, де зустрічаються, переплітаються і перетинаються потоки транспортних засобів і пішоходів, тобто перехрестя вулиць і доріг. Ці місця називаються точками потенційного конфлікту.

Типи точок конфлікту показані на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Класифікація конфліктних точок [4]

Точка конфлікту (конфліктна точка) - місце в дорожній мережі, де відбувається взаємодія потоків.

Кожна точка конфлікту характеризується не тільки потенційним ризиком зіткнення транспортних засобів, а й потенційною затримкою цих транспортних засобів.

Кількість точок конфлікту залежить від існуючого або дозволеного напрямку руху транспортного засобу та кількості смуг.

Приклад визначення точок конфлікту на перехресті показано на рисунку 1.9.

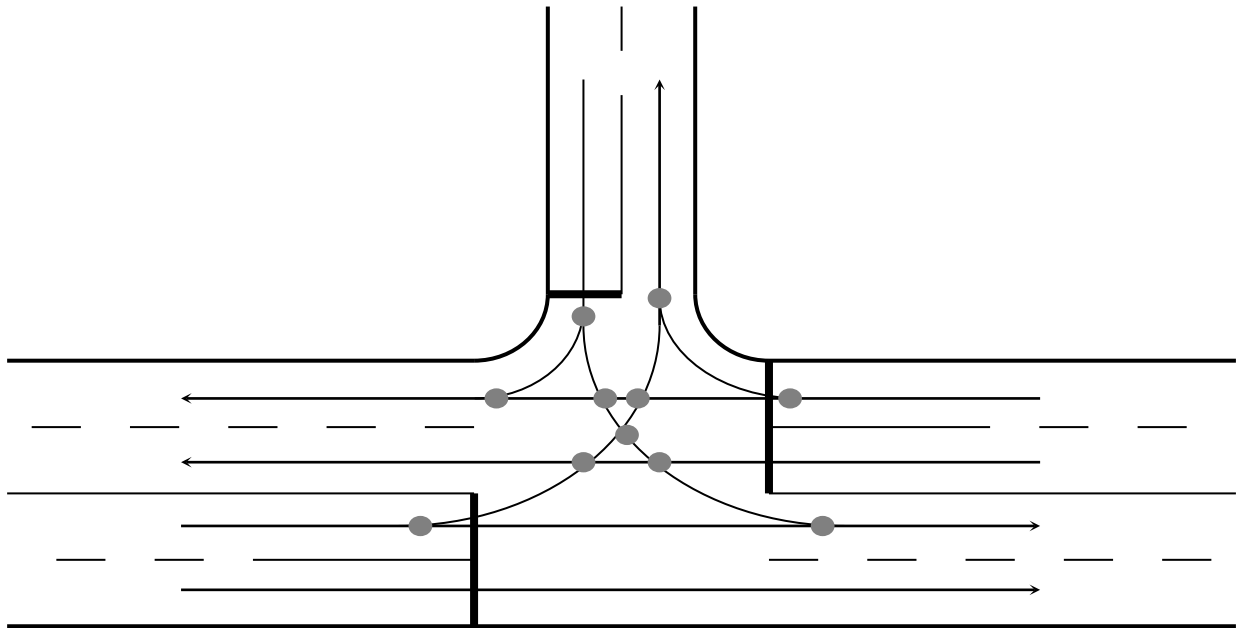


Рисунок 1.9 - Приклад ідентифікації точки конфлікту на перетині

Для порівняння складності та потенційних ризиків транспортних вузлів використовуються різноманітні системи.

Типова п'ятибальна система оцінки [4]:

- відхилення - 1 бал;
- злиття - 3 бали;
- перетин - 5 балів.

Складність перетину розраховується за формулою [4]:

$$m = n_{\text{в}} + 3n_{\text{з}} + 5n_{\text{п}}, \quad (1.3)$$

де $n_{\text{в}}$, $n_{\text{з}}$, $n_{\text{п}}$ – кількість точок відхилення, злиття та перетину відповідно.

Транспортний вузол вважається простим, якщо $m < 40$. Якщо $m = 40 \dots 80$ – вузол середньої складності. Якщо $m = 80 \dots 150$ – вузол складний. Якщо $m > 150$ – вузол дуже складний [4].

Визначимо складність перехрестя проспект Соборний – вул. Франка. Для цього підраховується кількість точок, що є конфліктними на перетині. На рисунку 1.10 показані точки конфлікту на перетині.

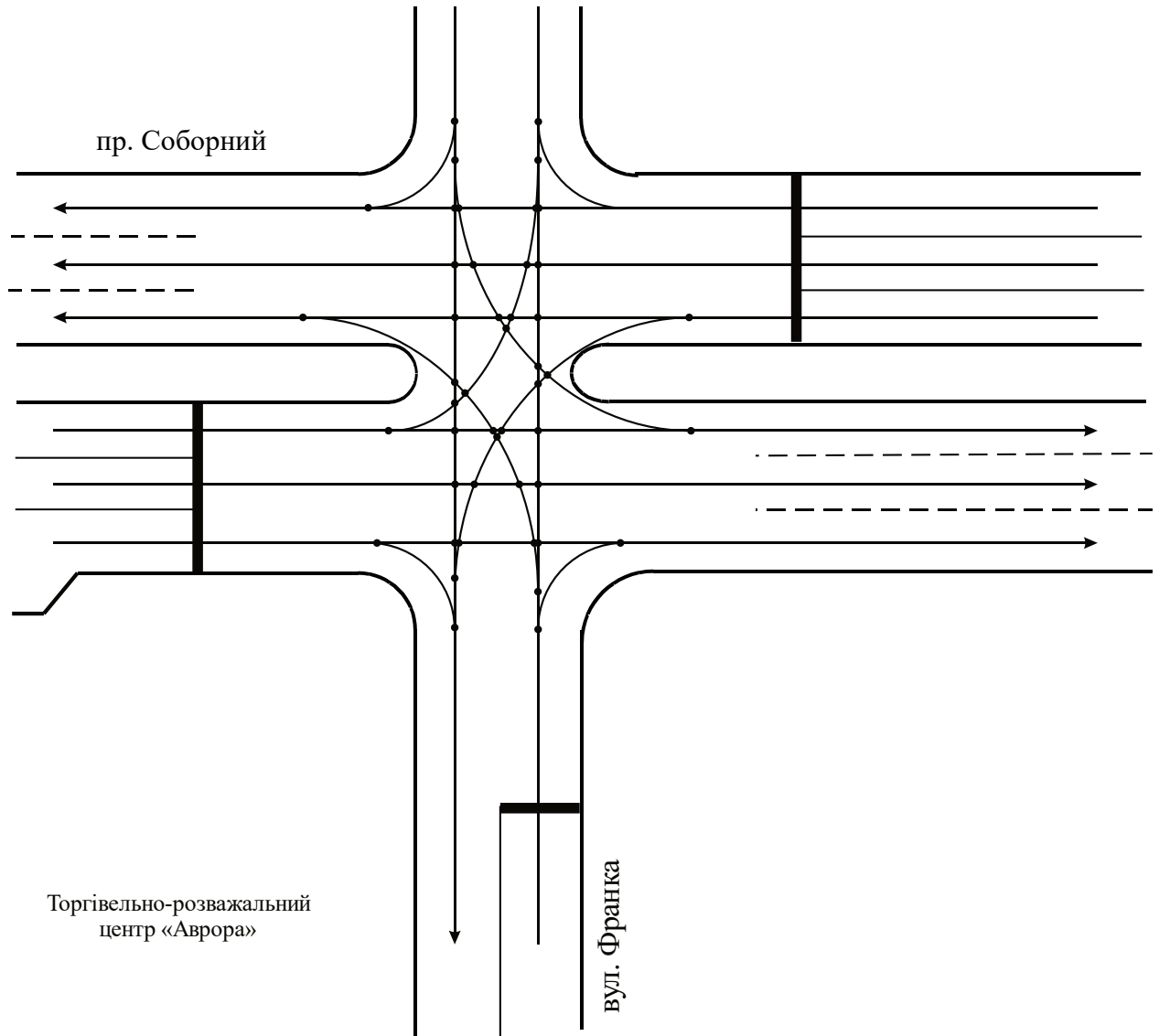


Рисунок 1.10 - Точки конфлікту на перехресті

Так, на перехресті проспект Соборний – вул. Франка визначили це так:

конфліктні точки відхилення -	8;
конфліктна точка злиття -	8;
конфліктна точка перетину -	32.

Складність перехрестя в п'ятибальній системі оцінки становить:

$$m = 8 + 8 \cdot 3 + 32 \cdot 5 = 192.$$

Тому оцінка складності перехрестя проспект Соборний - вул. Франка вважає це перехрестя дуже складним і вимагає великої обережності при русі на ньому.

1.7 Існуючі недоліки та постановка завдань на магістерську роботу

На перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка, враховуючи існуючу систему організації транспорту та оцінюючи наявний рівень безпеки руху автомобілів та пішоходів, можна виділити такі недоліки:

- небезпечні маневри автомобільного транспорту при заїзді та виїзді зі стоянки перед ТРЦ «Аврора»;
- наявність хаотичного руху пішоходів на проїжджій частині по проспекту Соборному перед ТРЦ «Аврора»;
- серйозні затримки руху на перехресті по проспекту Соборному через порушення правил паркування;
- порушення правил паркування на вулиці Франка від вулиці Поштової до проспекту Соборного;
- поворот ліворуч з проспекту Соборного в бік вулиці Олександрівської є ризикованим.

Для усунення цих недоліків та підвищення безпеки руху пішохідних потоків на ділянці передбачено виконання наступних заходів.

По-перше, для підвищення безпеки руху на вулиці Франка запропоновано побудувати одnobічну систему руху від вулиці Поштової до проспекту Соборного. Це дає можливість організувати паркінг на першій

смузі вулиці Франка, спростити планування організації дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та цієї вулиці та значно зменшити затримки руху на цьому перехресті.

По-друге, для підвищення безпеки руху біля торгово-розважального центру «Аврора» пропонується знесення паркінгів перед головним входом. Це зменшує небезпечні маневри та збільшує пропускну здатність цієї частини дороги.

Також з метою недопущення хаотичного руху пішоходів пропонується встановити пішохідну огорожу з боку вулиці Запорізької, перед головним входом ТРЦ «Аврора» на проспекті Соборному, а також усередині розділової смуги.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Організація руху транспорту частиною вулиці Франка за одnobічною схемою

Ефективним організаційно-технологічним заходом для покращення умов дорожнього руху та зменшення аварійності є одностороння організація руху вулицями міста. Ця організація руху знайшла широке застосування у світовій та вітчизняній практиці.

При розробці планів розвитку і реконструкції вуличної і транспортної мережі, а також при вирішенні питань організації руху, передбачають застосування одnobічного руху транспорту, що допомагає певною мірою у вирішенні транспортних проблем.

У більшості випадків на вузьких дорогах із шириною проїзду 6-9 м (вулиця Франка – 7 м) при запровадженні одnobічного руху призводить до покращення умов руху, а також дозволяє паркуватися повздовж тротуару [4].

Широке використання одностороннього руху на міських вулицях і дорогах пояснюється його багатьма перевагами перед двостороннім.

Односторонній рух збільшує пропускну здатність доріг, спрощує планування дорожнього руху, ефективніше використовує всі смуги руху та зменшує кількість аварій і травм на дорогах, особливо на перехрестях, де перетинаються транспортні та пішохідні потоки. Зрештою, покращення умов та підвищення безпеки руху має певні економічні ефекти.

Збільшення фактичної пропускної здатності дороги з одностороннім рухом передбачає більш повне та ефективне використання ширини проїзної частини, особливо непарних смуг, і збільшує миттєву швидкість до межі забезпечення максимальної пропускної здатності кожної смуги. Тут важливо покращити та спростити регулювання дорожнього руху та організаційне планування на перехрестях, які суттєво впливають на пропускну здатність

дороги в цілому. Дослідження ефективності одностороннього руху показали, що його впровадження збільшує пропускну здатність вулиці на 25-50%, знімає багато обмежень, з'являється велика свобода маневрування і вибору швидкості руху, скорочується кількість і час затримок, що зменшує час руху і збільшує швидкість [4].

Одностороння організація руху в вуличних системах іноді призводить до зниження інтенсивності в одному напрямку, але збільшення інтенсивності в протилежному напрямку пов'язане з перерозподілом транспортних потоків. Однак загальний обсяг руху цієї вуличної системи, як правило, збільшується або залишається незмінним.

Можливість збільшення інтенсивності руху обумовлена зростанням пропускної здатності.

Із запровадженням одностороннього руху збільшується кількість смуг в одному напрямку, особливо при скасуванні паркування з одного боку, що сприяє більш чіткому розподілу транспортних засобів на смугах за їх швидкостями.

На перехресті вулиць з одностороннім рухом схема організації дорожнього руху значно простіше і спрощує виконання лівих поворотів, які відбуваються одночасно з рухом транспортних засобів вперед і без перешкод зустрічному руху. В результаті скорочується час очищення перехресть, підвищується ефективність системи управління рухом, зменшуються затримки та збільшується пропускна здатність перехресть.

Перехід на односторонній рух зменшує кількість дорожньо-транспортних пригод на 18-60%, навіть при одночасному збільшенні інтенсивності руху[4].

Поряд з перерахованими вище позитивними характеристиками організації одnobічного руху є ряд недоліків.

Так, запровадження одностороннього руху може подовжити маршрут і пов'язані з цим перепробіги транспортних засобів. В результаті збільшується час у дорозі.

У деяких випадках кількість аварій на цих дорогах збільшується після введення одностороннього руху. Це пов'язано, по-перше, з незвичним напрямком руху пішоходів, що переходять вулицю, особливо по лівому тротуару, а по-друге, з незвичними та небезпечними умовами переходу на широких дорогах, особливо коли пішоходи не можуть чекати. Також особливою небезпекою є надмірне збільшення швидкості руху, особливо на смугах, прилеглих до лівого тротуару. Коли пішоходи звикають до нової системи дорожнього руху, кількість дорожньо-транспортних пригод зменшується порівняно з існуючою системою двостороннього руху.

Запровадження вулиць з одностороннім рухом для покращення умов та підвищення безпеки руху має передбачати низку організаційно-технічних заходів, що враховують особливості руху транспортних засобів і пішоходів та типові ДТП на такій вулиці.

Одним із головних завдань є забезпечення безпечних умов при перетині доріг з одностороннім рухом.

Для підвищення безпеки руху лівий тротуар відокремлюють від проїжджої частини огорожею. Необхідність огорожі визначається шириною тротуару та інтенсивністю руху пішоходів, при якій пішоходи виходять з тротуару та рухаються по дорозі.

Для успішної роботи цієї транспортної системи на вулицях мають бути встановлені та вивішені відповідні дорожні знаки та нанесена дорожня розмітка.

Все вище зазначене дозволяє запропонувати використання вулиці з одностороннім рухом на ділянці вулиці Франка від вулиці Поштової до проспекту Соборного.

2.2 Організація дорожнього руху в нових умовах

Запровадження доріг з одностороннім рухом спричинить серйозні зміни в характеристиках транспортного потоку. Це пов'язано з перерозподілом автомобільного потоку по новому маршруту. Особливо це стосується інтенсивності руху.

Враховуючи, що інтенсивність руху на в'їзді до району, що розглядається, не зміниться, можна проаналізувати зміну на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка в новій дорожній ситуації.

Слід зазначити, що складність цього перехрестя зменшується. Це підтверджує розрахунок складності перетину методом конфліктних точок. Точки конфлікту в одnobічній схемі на ділянці вулиці Франка показано на рисунку 2.1.

Аналізуючи рисунок 2.1, отримуємо при даній схемі організації руху на перетині проспекту Соборного та вулиці Франка 5 точок відхилення, 5 точок злиття та 18 точок перетину.

Отже, у п'ятибальній системі складність перехрестя становить:

$$m = 5 + 5 \cdot 3 + 18 \cdot 5 = 110.$$

Перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка залишається складним, коли по вулиці Франка використовується схема з одностороннім рухом. Слід зазначити, що складність перехрестя зменшилася з 192 (див. п. 1.6) до 110 у п'ятибальній системі оцінки складності перехресть. Це означає, що перехрестя стало безпечнішим.

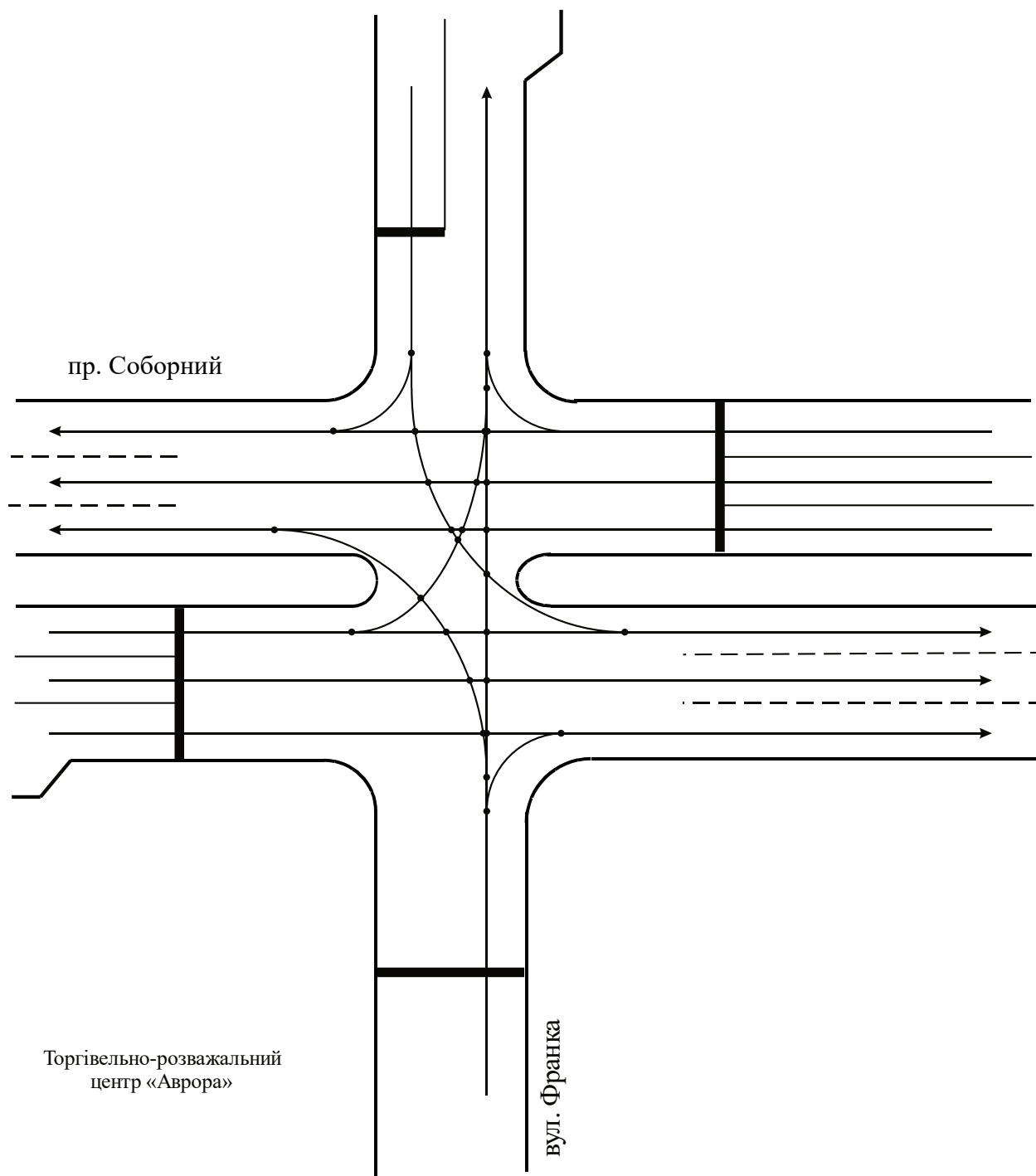


Рисунок 2.1 – Точки конфлікту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка в нових умовах руху

У зв'язку з новими умовами руху транспорт не може проїхати до підземного паркінгу ТРЦ «Аврора» проспектом Соборним до вулиці Франка.

Проїзд транспорту до торговельного центру здійснюється з вулиці Поштової, що може спричинити певні перешкоди для руху транспорту.

В'їзд у підвальне приміщення до паркінгу центру «Аврора» зараз знаходиться на вулиці Франка, а виїзд – на вулиці Поштовій. Рекомендується поміняти в'їзд і виїзд з паркінгу. Це значно підвищить безпеку автомобіля в ситуаціях, коли на виходах і входах підземних будівель недостатня оглядовість.

Якщо ці пропозиції будуть реалізовані, від проспекту Соборного до торговельного центру «Аврора» буде два транспортні маршрути. Перший можливий для використання транспортом, який рухається проспектом від площі Пушкіна. В такому випадку до вулиці Поштової, з якої можна в'їхати до «Аврори», транспортний потік буде потрапляти по вулиці Українській. Альтернативним шляхом доступу до вулиці Поштової стане вулиця Фортечна.

Транспортний підхід до центру «Аврора», передбачений у нових умовах організації руху, представлений на слайді № 9 та на рисунку 2.2.

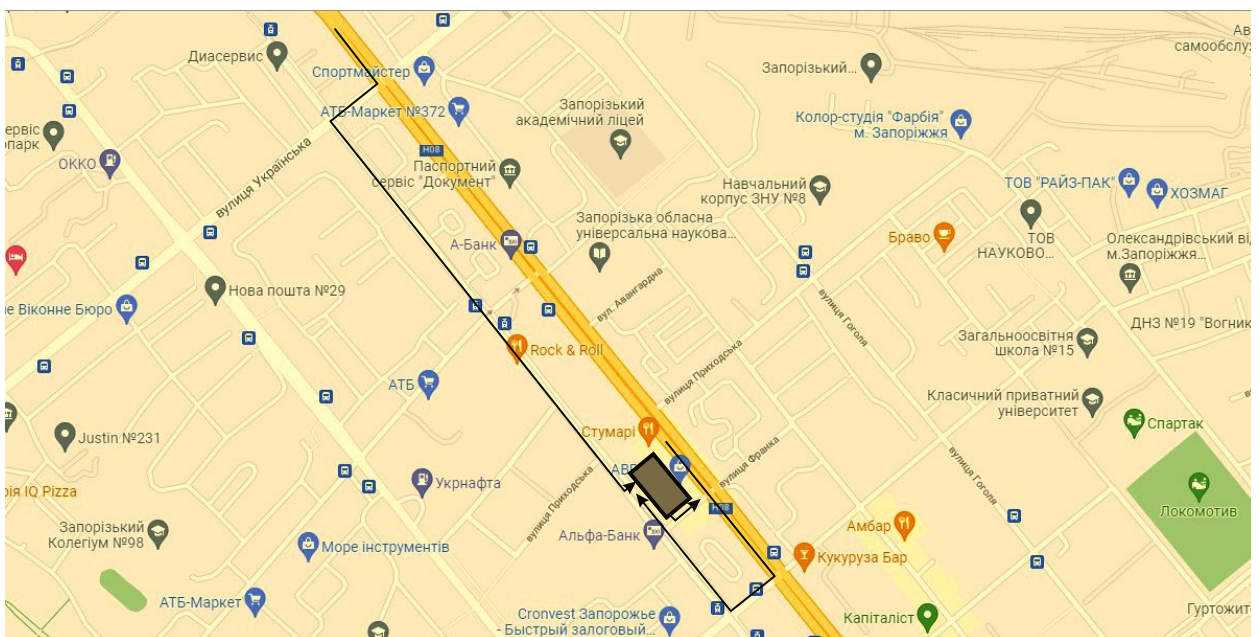


Рисунок 2.2 – Шляхи руху транспорту до центру «Аврора» в нових умовах

2.3 Організація руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка

Відсутність специфічних маневрів на перехресті збільшує час для руху основного транспортного потоку по проспекту Соборному, тим самим зменшуючи затримки.

У нових умовах необхідно виконати розрахунок елементів світлофорного циклу.

Матриця конфліктів транспортних напрямків – це квадратна матриця, елемент B_{ij} якої дорівнює відстані до дальньої точки конфлікту в цьому напрямку із лінією зупинки транспорту та траєкторіями, що входять в напрям j (див. таблицю 2.1).

На значення елементів матриці конфліктів впливають:

- геометричні параметри перетину;
- розподіл траєкторій руху за напрямками.

Для побудови матриці конфліктів розглянуто масштабну систему точок конфліктів (див. рисунок 2.1).

Розрахунок матриці зіткнень здійснюється за формулою [6].

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

де $B_{\text{стоп-світ}}$ - відстань від стоп-лінії до світлофора ($B_{\text{стоп-світ}} = 3$ м);

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

перетинаючого напрямку, $B_{\text{світ-пч}} = 1$ м;

$B_{\text{траєктор}}$ - довжина траєкторії руху в межах перехрестя, м.

Результати розрахунків за формулою (2.1) наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Матриця напрямів конфлікту, м

Напрями	1	2	3	4
1	X	0	-23.9	19
2	0	X	-27,5	29
3	-23.9	27.5	X	0
4	29	29	0	X

Щоб уникнути помилок і непорозумінь, рекомендовано дотримуватись таких правил, щоб схеми пофазних роз'їздів. [6]

Перехрестя розмічені смугами та стоп-лініями в усіх напрямках та зазначаються пішохідні переходи.

Стрілки позначають усі можливі траєкторії транспортного засобу. Визначаються точки конфлікту та її тип.

Траєкторії, що в'їжджають на перехрестя через одну стоп-лінію, не повинні мати конфліктів, за винятком наступного. Точка другого порядку на виході з перетину між траєкторіями з однієї стоп-лінії не вважається конфліктом, якщо вона викликана звуженням ширини проїжджої частини.

Траєкторії поєднуються за напрямками згідно наступних принципів:

- одна і та ж траєкторія може бути включена тільки в один напрямок;
- траєкторії з однієї смуги перед стоп-лінією повинні входити разом в один напрямок; траєкторії, де цей принцип неможливий, будуть скасовані;
- траєкторії, що містяться в одному напрямку, не можуть мати конфліктів, крім зазначеного вище;
- в один напрямок можуть бути включені тільки траєкторії, що входять на перехрестя через одну стоп-лінію.

Напрямки комбінуються поетапно у фази регулювання.

Напрямки, введені в одну фазу, не можуть мати конфліктів, за винятком зазначеного вище та наступних:

- траєкторія правого повороту не є конфліктним напрямком, в разі її максимальної інтенсивності до 120 одиниць/год;
- конфлікт траєкторії лівого повороту можна ігнорувати в разі її інтенсивності руху до 120 одиниць/год, при якому пішохідний напрямок перетинає поворотну траєкторію з максимальною інтенсивністю 900 пішоходів/годину, за винятком того, що рух регулюється стрілками на додаткових секціях світлофору.

Запропоновані схеми пофазового роз'їзду для перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка наведені на рисунках 2.3 та 2.4.

Перехідний інтервал – це інтервал у циклі світлофора, на якому відбувається перехід зеленого на червоний сигнал і перехід від червоного до зеленого в принаймні одній групі сигналів. Початок інтервалу переходу позначається миготінням сигналу, що дозволяє переміщення в одній або кількох групах сигналів, а кінець – увімкненням сигналу, що дозволяє рух, після чого сигналізація не змінюється до кінця наступного основного такту.

Перехідний інтервал призначений для закінчення руху транспортними засобами, які перетинають стоп-лінію в момент включення заборонного сигналу, і для пішоходів, щоб безпечно закінчити перехід проїжджої частини або повернутися на тротуар (острів) після спрацьовування заборонного сигналу.

При розрахунку тривалості інтервалу переходу використовуються метод вихідної стоп-лінії та метод дальньої точки конфлікту. Метод віддалених точок конфлікту допомагає збільшити пропускну здатність перехресть, забезпечуючи менші значення інтервалів. Метод вихідної стоп-лінії сприяє безпеці руху.

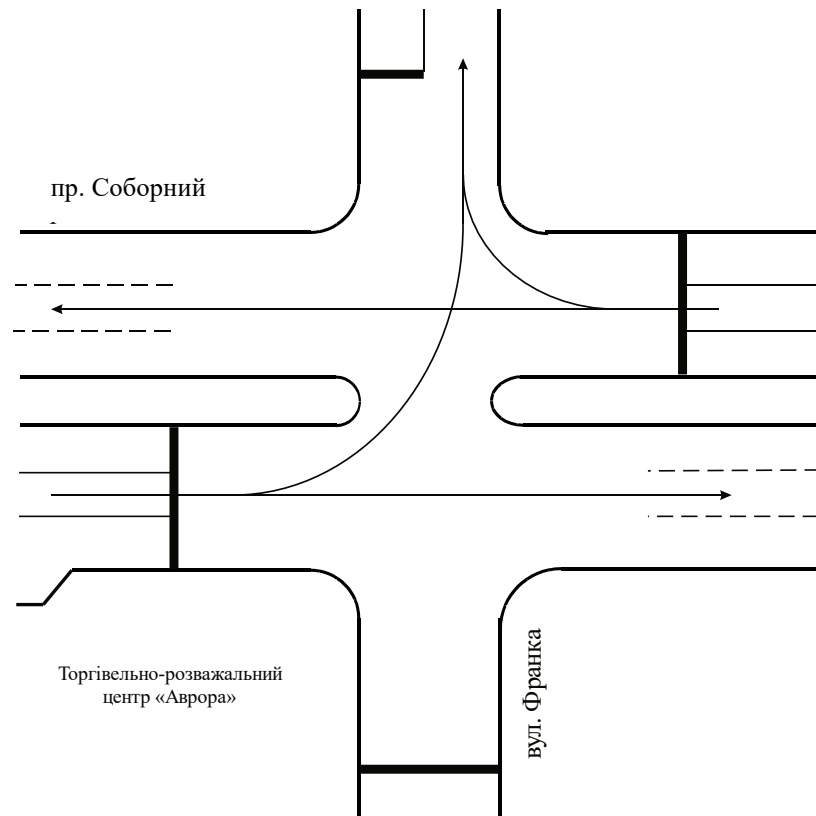


Рисунок 2.3 – Фаза І

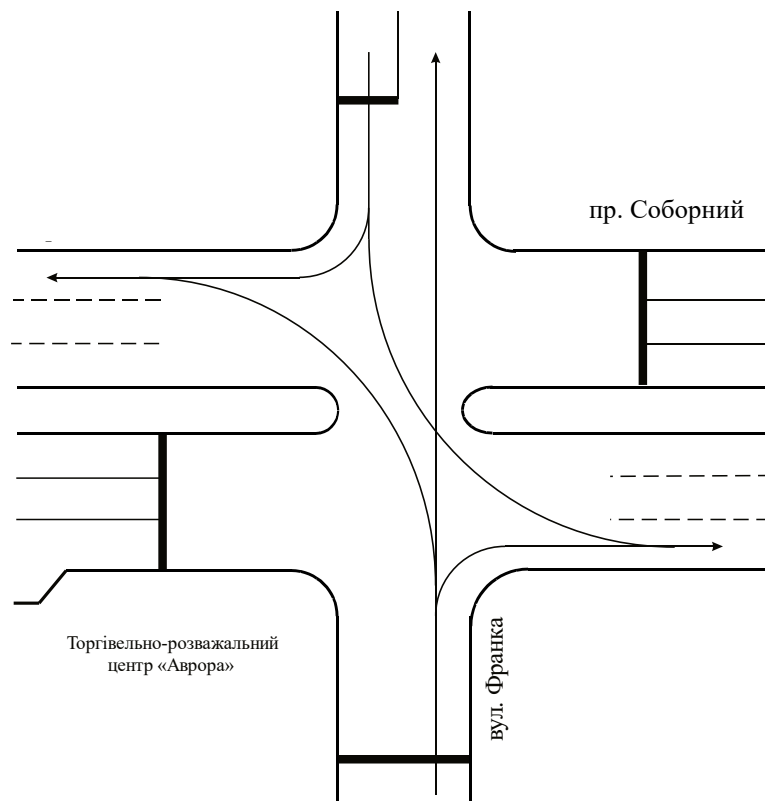


Рисунок 2.4 – Фаза 2

Розрахунок перехідного інтервалу здійснюється за формулою [6]:

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

де t_p - час реакції водія, $t_p = 1$ с;

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

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

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

l_a - довжина зведеного автомобіля, $l_a = 5$ м.

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

l_a - довжина комбінованого автомобіля, $l_a = 5$ м.

Такт - це період світлофорного циклу, протягом якого світлофор не змінює показання жодного зі своїх сигналів.

Такти поділяються на основні та додаткові.

Основний такт є елементом світлофорного циклу, а суміжні додаткові такти при поєднанні забезпечують інтервал переходу.

Розрахунок фазового коефіцієнта здійснюється за формулою [6]:

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

де N_j^i – інтенсивність руху відповідного напрямку, од/год;

M_j – потік насичення відповідного напрямку, од/год.

Розрахунок суми фазових коефіцієнтів здійснюється за формулою [6]:

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

Розрахунок циклу світлофорного об'єкту виконується за формулою [6]:

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

де L_k – час, втрачений у циклі, розрахований за формулою [6]:

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

Розрахунок величини основного такту здійснюється за формулою [6]:

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

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

Поправочний коефіцієнт розраховується за формулою [6]:

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

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

де B – ширина проїжджої частини, яку переходять пішоходи, м;

V_{niu} - швидкість руху пішоходів, м/с (швидкість руху пішоходів, яку ми допускаємо згідно ДСТУ 4092-2002) 5 км/год або 1,3 м/с).

Для спрощення всіх наведених вище розрахунків елементів циклу управління світлофорами їх проводять за допомогою комп'ютерної програми, розробленої викладачами кафедри «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка».

На першому кроці розрахунку потрібно ввести розраховану швидкість і довжину автомобіля, позначки «стрілки» на світлофорах, матрицю відстаней між стоп-лінією і дальньою точкою конфлікту.

Для розрахунків візьмемо швидкість автомобіля 50 км/год. Середню довжину автомобіля приймаємо 5м. В таблиці 2.1 для кожного напрямку представлені відстані від стоп-лінії до дальньої точки конфлікту.

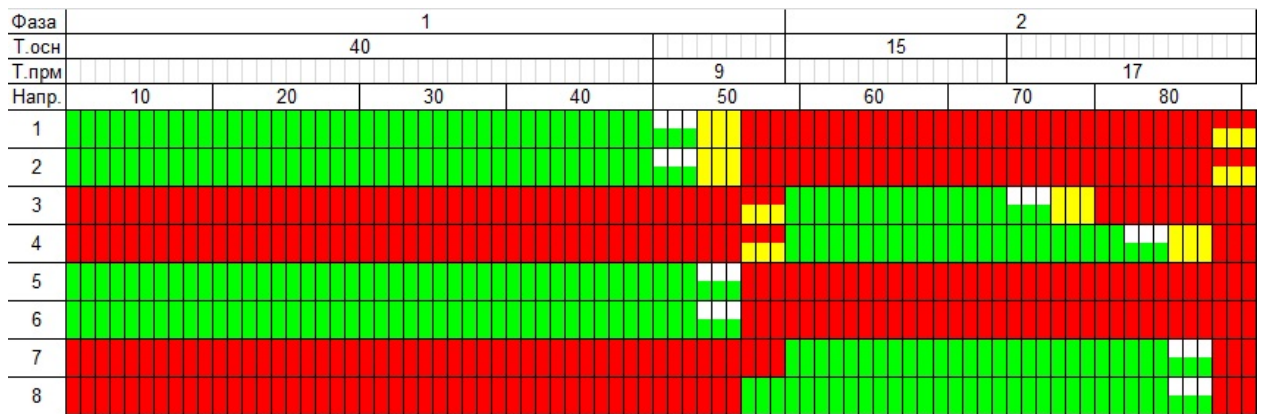
Далі для кожної фази регулювання потрібно ввести наступні параметри: напрямок руху чи напрямки руху; ширина смуги руху справа наліво; інтенсивності руху прямо, праворуч, ліворуч; радіус повороту (для виділеної смуги).

Результати, обчислені комп'ютером, наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Результати розрахунку циклу регулювання світлофорів на перетині проспекту Соборного та вулиці Франка.

Тривалість циклових елементів, с		
Інтервал переходу між фазами	1 і 2	9
	2 і 1	17
Цикл регулювання становить 81 секунду		
Основний такт	один	40
	2	15

На слайді № 10 та на рисунку 2.5 показано нову схему організації дорожнього руху на перетині проспекту Соборного та вулиці Франка в умовах одностороннього руху.



Напрямки руху:

- 1 – проспектом Соборним від вулиці Запорізької
- 2 – проспектом Соборним від вулиці Фортечної
- 3 – вулицею Франка від вулиці Олександрівської
- 4 – вулицею Франка від вулиці Поштової
- 5 – пішохідний рух через вулицю Франка з боку вулиці Олександрівської
- 6 – пішохідний рух через вулицю Франка з боку вулиці Поштової
- 7 – пішохідний рух через половину проспекту Соборного від вулиці Олександрівської
- 8 – пішохідний рух через половину проспекту Соборного від вулиці Поштової

Рисунок 2.6 – Параметри роботи світлофорів на перехресті в нових умовах

2.4 Визначення перепробігу транспортних потоків при використанні однобічної схеми руху частиною вулиці Франка

Для визначення пробігу транспортних засобів після запровадження вулиць з одностороннім рухом на вулиці Франка з метою до торгівельно-розважального центру «Аврора» є визначення відсотка транспортних засобів, які зараз їдуть туди з проспекту Соборного. За даними п. 1.4.1, ця інтенсивність у вечірній пік становить 132 од/год. Враховуючи, що «Аврора» працює не 24 години на добу, а інтенсивність руху автомобільного транспорту істотно змінюється протягом дня, досягаючи максимуму ввечері, беремо половину вищенаведеного значення, тобто середньогодинну

інтенсивність 66 од/год. Тож від проспекту Соборного до «Аврори» приїжджає 1584 од/добу за один день.

Далі потрібно визначити найкоротший об'їзд. Логічно припустити, що автомобіль проїде проспектом Соборним до перехрестя з вул. Фортчна. Потім поверне праворуч і дістанеться вулиці Поштової, де й знайде вхід до підземного паркінгу центру «Аврора».

Фактично перепробіг буде від вулиці Франка до вулиці Фортчної, відстань від проспекту Соборного до вулиці Поштової та відстань від вулиці Фортчної до об'єкту тяжіння. Загальна відстань становить 280 метрів.

Отже загальний перепробіг автомобілів при реалізації одностороннього руху ділянкою вулицею Франка за рік розраховується за формулою, авт·км / год:

$$L_{np} = 365 \cdot N \cdot \bar{l}, \quad (2.10)$$

де N – добова інтенсивність автомобілів, що будуть виконувати перепробіг, од/доб;

$\bar{l}$ – середня відстань перепробігу одного автомобіля, км.

$$L_{np} = 365 \cdot 1584 \cdot 0.28 = 161885 \text{ км.}$$

2.5 Реорганізація стоянок автомобільного транспорту біля торговельно-розважального центру «Аврора»

Аналізуючи сучасну ситуацію в організації паркування транспорту поблизу предмета дослідження, слід зазначити, що, враховуючи значний транспортний потік на проспекті Соборному, стоянки та зупинки

автомобільного транспорту мають бути повністю обмежені. З цією метою прибираємо стоянку перед центральним входом центру «Аврора» та за 50 метрів від центрального входу з використанням дорожнього знаку 3.34, який буде розповсюджувати свою дію до перехрестя з вулицею Франка.

Заборона паркування не виключає його необхідності. Тому плануємо забезпечити паркінг для приватного транспорту з одного боку вулиці Франка.

Найпоширенішим типом паркування є паркування автомобіля біля тротуару на дорозі з низьким рівнем руху, до яких і відноситься вул. Франка. Цей вид паркування має як переваги, так і недоліки. До переваг паркування біля тротуару слід враховувати можливість розміщення транспортного засобу поблизу об'єкта тяжіння, що значно економить час і позбавляє від необхідності додаткових маніпуляцій для доступу та встановлення транспортного засобу на стоянці. Ще одна перевага полягає в тому, що місце можна використовувати більш економно, оскільки для маневрування використовується проїжджа частина.

Проте паркування вздовж тротуарів значно знижує пропускну здатність дорожньої мережі та знижує безпеку та швидкість. Також на дорогах з рухом звичайного пасажирського транспорту паркування може стати перешкодою для нормальної роботи.

Запропонована дорога не матиме значної інтенсивності через односторонній рух.

Щоб збільшити кількість паркувальних місць, автомобілі можна розміщувати не тільки вздовж тротуарів, а також під різними кутами. У цьому випадку стоянка позначається знаками 5.39, 5.40, табличками 7.6.1-7.6.5 або розміткою дороги під відповідним кутом. Можливі варіанти встановлення автомобіля на стоянці показані на рисунку 2.7.

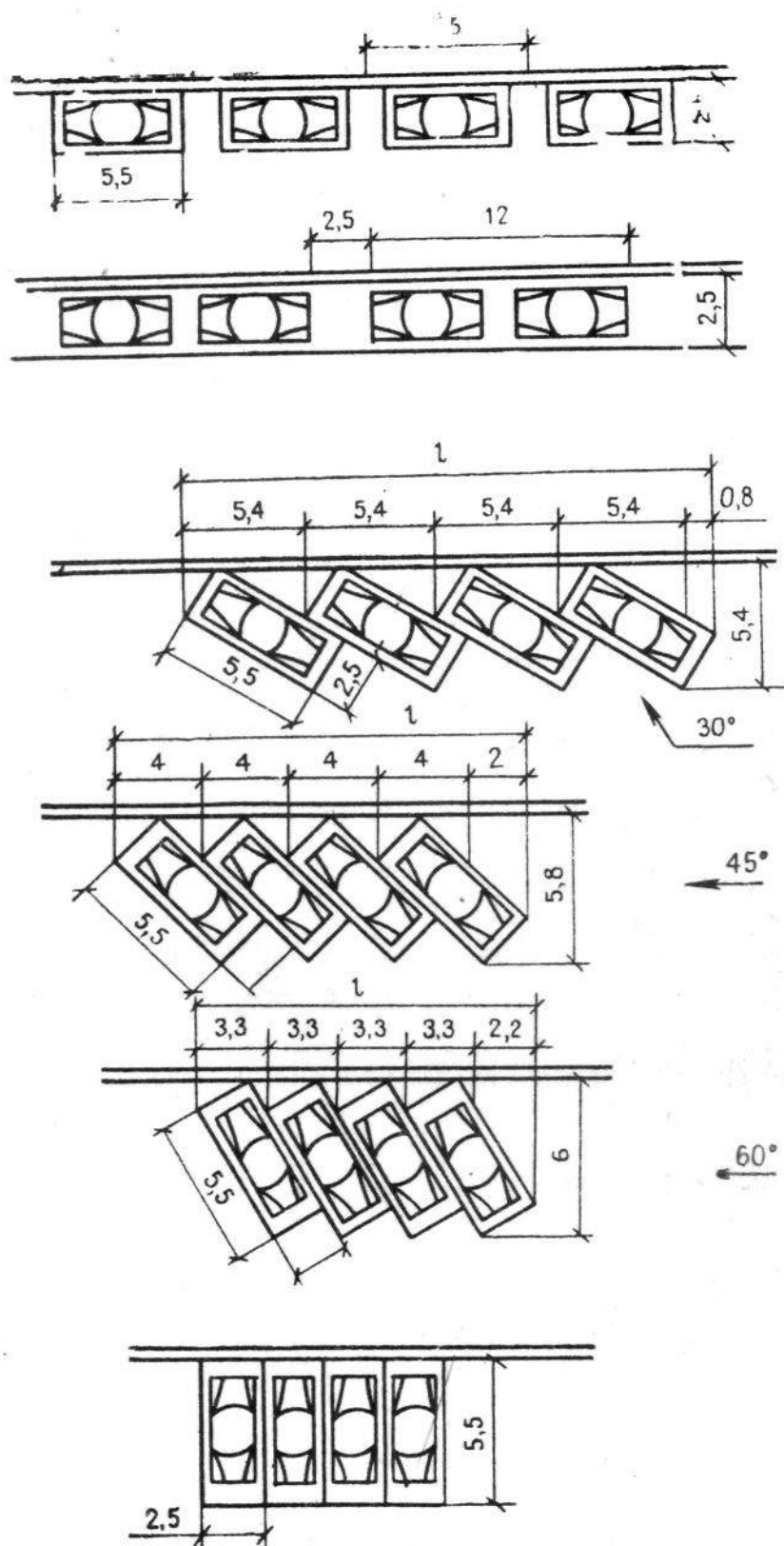


Рисунок 2.7 – Варіанти паркування [7]

Більш економним способом є паралельне розміщення пари автомобілів. При цьому в'їзд одного автомобіля виконується задньою ходою, а виїзд – передньою, а другого – навпаки. В цьому випадку маневр в'їзду - виїзду автомобіля на стоянку виконується легше і за менший час, однак кожний другий автомобіль вимушений виїжджати з місця стоянки задньою ходою, а це погано з точки зору безпеки руху.

Паркування автомобілів під кутом використовується на вулицях значних розмірів (тому в'їзд-виїзд виконується набагато легше). Автомобіль можна паркувати заднім ходом або вперед.

Постановка автомобіля задньою ходою має ряд недоліків [7]:

- більший задній звіс іноді перешкоджає пішоходам;
- відпрацьовані гази викидаються безпосередньо на пішоходів;
- при значній висоті тротуару псуються глушители автомобілів.

Постановка автомобіля на стоянку передньою ходою більш вдала, але залишати стоянку небезпечніше через недостатню оглядовість. Для безпеки руху необхідно хоча б дотримуватися дистанції та заборонити паркування за 5 м до пішохідного переходу.

Через невелику ширину проїжджої частини вулиці Франка пропонується вибрати для стоянки схему розташування автомобілів повздовж вулиці.

2.6 Організація пішохідного руху

Для усунення несподіваних виходів пішоходів на дорогу перед торгівельно-розважальним центром «Аврора», для усунення хаотичного руху пішоходів через проспект Соборний та для захисту пішоходів при запровадженні одностороннього руху на вулиці Франка пропонується використати спеціальну пішохідну огорожу.

Пішохідні огорожі з функцією направлення пішохідного руху призначені для запобігання неконтрольованого виходу пішоходів на проїжджу частину в найбільш небезпечних місцях.

Передбачено використання пішохідних огорож рейкового типу. Встановлення таких огорож здійснюється відповідно [8]. Типовий вигляд запропонованої огорожі показаний на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Огорожа пішохідна

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В магістерській роботі покращення організації руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка виконується за допомогою часткової реконструкції проїжджої частини проспекту (демонтаж стоянки біля центрального входу до торгівельно-розважального центру «Аврора»), організації одnobічного руху на ділянці вулиці Франка від вулиці Поштової до проспекту Соборного, підвищення безпеки пішохідного руху шляхом встановлення пішохідної огорожі. Економічна ефективність роботи буде досягнута за рахунок зменшення затримок в русі автомобільного транспорту.

Структура суми інвестицій для реалізації запропонованих рішень така:

$$K = K_{zn} + K_o + K_{ct} , \quad (3.1)$$

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

K_o - капітальні вкладення на встановлення пішохідних огорож, грн.;

K_{ct} - капітальні вкладення на знесення паркінгу, грн.

Капітальна вартість дорожніх знаків складається з вартості придбання C_{zn} та вартості установки $C_{вст,zn}$, грн.

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

Кількість дорожніх знаків кожної групи, наданих новою схемою організації руху, наведено в зведеній таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Кількість і вартість дорожніх знаків

№ знаку	Дорожні знаки, які будуть закуповуватись		
	кількість	ціна за одиницю, грн	витрати, грн
3.21	1	951	951
3.22	1	951	951
3.34	1	951	951
5.5	1	951	951
5.6	1	951	951
5.7.2	1	471	471
Разом	6		5226

Вартість встановлення дорожніх знаків розраховується за формулою, грн:

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

де $C_{I\text{ зн}}$ - вартість встановлення одного дорожнього знаку (379 грн. з урахуванням монтажного матеріалу);

$K_{зн}$ - кількість знаків, передбачених для встановлення в новому плані організації руху.

$$C_{вст.зн} = 379 \cdot 6 = 2274 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 5226 + 2274 = 7500 \text{ грн.}$$

Вартість будівництва пішохідної огорожі довжиною 1 м з урахуванням установки - 2500 грн.

Загальна довжина пішохідної огорожі, що встановлюється, згідно новій схемі організації руху транспорту та пішоходів становить приблизно 270 м.

$$K_o = 2500 \cdot 270 = 675000 \text{ грн.}$$

Вартість будівництва 1 м² твердого покриття проїжджої частини - 2600 грн.

На місці стоянки автомобілів планується перенести бордюр та створити тротуар. Загальна площа виконуваних робіт 175 м².

$$K_{cm} = 2600 \cdot 175 = 455000 \text{ грн.}$$

Отже, загальні капітальні вкладення для реалізації нової схеми руху автотранспорту і пішоходів:

$$K = 7500 + 675000 + 455000 = 1137500 \text{ грн.}$$

Для демонстрації економічної доцільності реалізації нової схеми організації транспорту необхідно визначити експлуатаційні витрати. Загалом, експлуатаційні витрати визначаються за формулою [9]:

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

де C_p – поточний та профілактичний ремонт, вартість обслуговування обладнання та засобів в системі, грн.;

C_a – амортизаційні відрахування, грн

Вартість поточного та профілактичного ремонту системи, обслуговування обладнання та споруд розраховується наступним чином [9]:

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

де K_6 - балансова вартість обладнання та конструкцій (дорожні знаки, пішохідна огорожа), грн.;

n_p - відсоток відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування обладнання, % ($n_p = 5$ %).

$$C_p = 682500 \cdot 5 / 100 = 34125 \text{ грн.}$$

Амортизація розраховується за формулою [9]:

$$C_a = K_6 \cdot n_a / 100 , \quad (3.6)$$

де n_a – норма амортизаційних відрахувань, % ($n_a = 24$ %).

$$C_a = 682500 \cdot 24 / 100 = 163800 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати на експлуатацію та обслуговування становлять:

$$C_{\text{експл}} = 34125 + 163800 = 197925 \text{ грн.}$$

Поточна вартість також повинна включати вартість щорічного нанесення дорожньої розмітки. Вартість цих робіт наведена в таблиці 3.2.

Поточна вартість реалізації нової схеми організації транспорту така:

$$C_{\text{поточ}} = 197925 + 14413 = 212338 \text{ грн.}$$

Умовна річна економія досягається за рахунок зменшення затримок транспорту на перехресті [9]:

$$E = 0,5(C_{\text{тр}}^p - C_{\text{тр}}^{\text{нр}}) - C_{\text{ном}} , \quad (3.7)$$

де $C_{тр}^p, C_{тр}^{np}$ – в базовому та новому варіантах, відповідно, вартість затримки транспортних засобів, грн.

Таблиця 3.2 - Вартість нанесення дорожньої розмітки

Тип розмітки	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
1.1	м ²	1.5	238,23	357,35
1.3	м ²	8		1905,84
1.5	м ²	8		1905,84
1.6	м ²	1		238,23
1.14.2	м ²	36		8576,28
1.16.4	м ²	6		1429,38
Разом				14413

Розрахунок річної вартості, пов'язаної із затримкою транспортних засобів на перехресті, здійснюється за формулою [9]:

$$C_{тр} = S \cdot Z, \quad (3.8)$$

де S - середня вартість години, грн. (для легкових автомобілів – 182,59 грн., для мікроавтобусів – 354,97 грн., для автобусів – 532,46 грн., для вантажних автомобілів – 263,87 грн.);

Z - затримка автомобіля протягом року, годин.

У таблиці 3.3 наведено значення затримок транспортного потоку та затримки пасажирів на розглянутому перехресті. Ці затримки отримані за допомогою комп'ютерної програми.

Таблиця 3.3 – Затримки транспорту і пасажирів

№	Перехрестя	Затримка, годин		Вартість, грн	
		було	стане	було	стане
1	Проспект Соборний - вулиця Франка	46317	39716	9521176	7934108

Отже, річна економія становить:

$$E = 0,5(9521176 - 7934108) - 212338 = 581196 \text{ грн.}$$

Щоб визначити економічну ефективність нової схеми організації руху, потрібно отримати чистий дисконтований прибуток за такою формулою [9]:

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

де E_t – економія від реалізації нової схеми руху за період t , грн;

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

C_t - вартість реалізації нової схеми руху за рік, грн.;

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

t – тривалість реалізації, років ($t = 3$ роки).

Створено таблицю 3.4 для обчислення чистого дисконтованого прибутку. Передбачається, що економія від впровадження нової схеми руху зменшується на 5 % на рік, через врахування збільшення інтенсивності руху.

Таблиця 3.4 – Чистий дисконтований дохід

Рік	Зменшення витрат на реалізацію схеми руху	Капітальні вкладення	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований прибуток
0	581196	1137500	1	-556304
1	552136	-	0,8065	445298
2	524529	-	0,6504	341154
3	498302	-	0,5245	261359
				491507

Тому інвестиції в нову схему руху транспорту окупаються вже на другий рік. Впровадження нової схеми руху є економічно доцільним.

У таблиці 3.5 наведено вартість та економію від реалізації нової схеми руху, термін окупності та інші показники економічної ефективності роботи. Також усі техніко-економічні показники представлені на слайді № 12.

Таблиця 3.5 - Техніко-економічні показники

Показники	Величина	
	до реалізації	після реалізації
1. Інвестиції, грн	-	1137500
2. Витрати через затримку руху, грн	9521176	7934108
3. Поточні експлуатаційні витрати, грн	-	212338
4. Річна економія, грн	-	581196
5. Чистий дисконтований прибуток, грн	-	491507
6. Термін окупності, рік	-	2

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У розділі магістерської роботи «Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка 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

Завданням магістерської роботи була розробка заходів щодо покращення організації та підвищення безпеки дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка. У цьому напрямку вжито наступних заходів:

- на ділянці вулиці Франка від вулиці Поштової до проспекту Соборного запропоновано вулицю з одностороннім рухом;
- реорганізовано схему дорожнього руху на перехресті проспекту Соборного та вулиці Франка;
- запропоновано демонтувати автомобілів стоянку та заборонити паркування перед торгівельно-розважальним центром «Аврора»;
- передбачено використання пішохідних огорож в місцях, де є ймовірність виходу пішоходів на проїжджу частину.

Реалізація нової схеми руху дозволить збільшити пропускну здатність перехрестя проспекту Соборного та вулиці Франка, спростити цю схему відносно існуючого її варіанту, знизити рівень завантаження ділянки рухом транспорту, збільшити швидкість та ефективніше використовувати всі смуги руху. Покращення умов руху має певні економічні переваги.

Організація транспорту за новою схемою зменшує затримки та витрати від них 2 мільйона гривень на рік.

Тож реалізація нової схеми руху не тільки можлива, її потрібно впроваджувати. Це економічно вигідно. Трирічний дисконтований чистий прибуток цього організаційно-технічного рішення становить понад 400 тис. грн.

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. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.
7. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов / М.С. Фишельсон – М.: Высшая школа, 1985. - 239 с.
8. ДСТУ 8751:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги.
9. Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.