

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

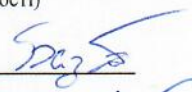
до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

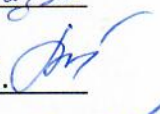
на тему

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ
РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В РАЙОНІ ПЕРЕХРЕСТЯ
ПРИБЕРЕЖНОЇ МАГІСТРАЛІ ТА ВУЛИЦІ ЗАПОРІЗЬКОЇ
М. ЗАПОРІЖЖЯ

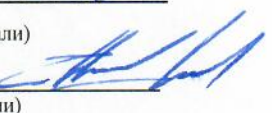
Виконав: студент II курсу, групи _____
спеціальності (напряму підготовки)
275 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

_____ Базилев Є.М. 

(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Трушевський В.Е. 

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Сосик А.Ю. 

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 27 «Транспорт»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
 транспортних технологій
А проф. С.М. Турпак
23 11 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Бадішев Євгеніо Миколайовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення організації та підвищення безпеки руху автомобільного транспорту в певній перехресті привернення магістра та вч. Запорізької
 керівник проекту (роботи) К.Т.Н., доцент Трушевський В.Є. М. Запорізьке.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 23 11 2018 року № 361

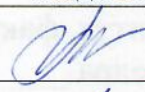
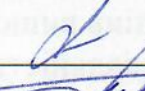
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 03.12.2018р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) задача безпеки-дорожньої мережа; задача схеми ДР; статистика ДТП;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз організації та безпеки руху автомобільного транспорту на перехресті; 2. Удосконалення організації руху та підвищення його безпеки на перехресті; 2.1. Розрізання транспортних та пішохідних потоків; 2.2. Переорганізація руху на тижасових стежках; 3. Економічна частота; 4. Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Загальна схема розташування стежок авто-ту; 2. Приведені інтенсивності руху автомобілів; 3. Схема транспортних потоків на перехресті; 4. Задача задачі розроблення світлофорного об'єкту; 5. Задача функціональна робота світлофорного об'єкту; 6. Задача схема ДР; 7. Статистика ДТП на перехресті; 8. Види ДТП; 9. Тижасний ДТП; 10. Загальна схема ДР на стежках; 11. Схема поданого пішохідного переходу; 11. Економічне обґрунтування рішень.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

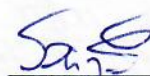
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Трушевський В.Є., доц.		
Основна частина	Трушевський В.Є. доц.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доц.	 19.11.18 2	 23.11.18 1

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

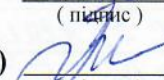
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітична частина	05.10-15.10	
2	Основна частина	16.10-02.11	
3	Економічна частина	05.11-16.11	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	19.11-23.11	
5	Оформлення роботи	26.11-30.11	
6	Отримання зовнішніх рецензій	03.12-12.12	

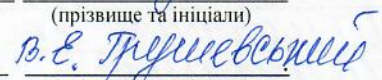
Студент


(підпис)


(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)


(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 74 с., 27 табл., 15 рис., 21 використаних джерел.

Об'єкт дослідження: вулично-дорожня мережа Олександрівського району міста Запоріжжя.

Мета роботи: розробити заходи щодо поліпшення організації руху на перехресті Прибережної автомагістралі та вулиці Запорізької.

Методи дослідження: аналітичний, графо-аналітичний.

В магістерській роботі вивчені дорожні умови, основні характеристики транспортних та пішохідних потоків та проаналізовано аварійність на вулично-дорожній мережі, що розглядається, зібрано та проаналізовано статистичний матеріал про ДТП.

Обґрунтовано та запропоновано забудову позавуличного пішохідного переходу. Запропоновано зміни схеми руху на стоянках. Розглянуті питання підвищення безпеки пішохідного руху. Складена нова схема руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької та розраховані нові режими світлофорного регулювання.

Пропоновані рішення підтверджені економічними розрахунками.

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

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ.....	8
1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя.....	8
1.1.1 Короткий опис території міста Запоріжжя.....	8
1.1.2 Транспортна інфраструктура Запоріжжя.....	9
1.2 Загальна характеристика району проектування.....	12
1.3 Характеристики транспортних і пішохідних потоків.....	14
1.3.1 Характеристики транспортних і пішохідних потоків на стоянках...	14
1.3.2 Характеристики транспортних і пішохідних потоків на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької.....	15
1.4 Визначення складності перехрестя Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою.....	24
1.5 Загальна характеристика управління дорожнім рухом.....	28
1.6 Визначення пропускної спроможності перехрестя Прибережної магістралі та вулиці Запорізької.....	32
1.7 Існуюча організація транспорту на тимчасових стоянках.....	35
1.8 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод.....	38
1.9 Існуючі недоліки та постановка задач на магістерську роботу.....	46
2. УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО БЕЗПЕКИ НА ПЕРЕХРЕСТІ.....	47
2.1 Розділення транспортних та пішохідних потоків шляхом забудови підземних переходів.....	
2.1.1 Обґрунтування будівництва поза вуличних пішохідних переходів..	
2.1.2 Розрахунок основних параметрів пішохідних переходів.....	

2.2 Реорганізація руху на тимчасових стоянках.....	47
2.2.1 Усунення руху стоянками маршрутного пасажирського транспорту.....	47
2.2.2 Підвищення безпеки пішохідного руху.....	49
2.2.3 Схема організації дорожнього руху на стоянках.....	49
2.3 Організація дорожнього руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької в нових умовах.....	55
3. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.....	63
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	72
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	72
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	73
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	74
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	76
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	78
Висновки.....	82
Перелік посилань.....	83

ВСТУП

Організація транспорту на напружених перехрестях та організація його в стані спокою є однією з найгостріших питань організації руху для будь-якого великого населеного пункту. Якісна організація паркування та зберігання автомобілів суттєво впливає на режими руху. Разом з цим це питання є одним з тих, які вирішуються досить повільно, а, іноді, взагалі відносяться до другорядних задач. Основною причиною цього є складність вирішення якісної організації транспорту в стані спокою на вже існуючій забудові зі своєю сталою структурою та транспортними зв'язками.

Організація тимчасових стоянок автомобілів біля великих об'єктів притягнення людей є частиною загальної організації транспорту в стані спокою. Великі торговельні об'єкти стають справжніми «магнітами» для транспорту, і умови роботи стоянок біля таких об'єктів впливають на характеристики руху транспортних потоків всього району розташування об'єктів притягнення. Саме такій ділянці вулично-дорожньої мережі приділена увага в магістерській роботі.

Предметом даної магістерської роботи стала організація дорожнього руху на перехресті Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою та організація транспорту в стані спокою біля великих супермаркетів Ашан, Епіцентр та торговельного комплексу City Mall, які знаходяться в Олександрівському районі міста Запоріжжя. Організація роботи стоянки, підвищення безпеки на ній та зниження транспортних витрат на ділянці Прибережної магістралі є основними питаннями, що розглядаються в даній роботі.

1 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ

1.1 Загальна характеристика транспортного вузла міста Запоріжжя

1.1.1 Короткий опис території міста Запоріжжя

Територія міста Запоріжжя в межах міської межі складає 33099 га. Показник витрати території на 1000 жителів - 39 га, що приблизно співпадає з такими ж показниками по міських поселеннях України (40 га) в цілому і міста такого ж рівня - Дніпровська (33 га).

Значні території, вищі 4 тис. га зайняті водними просторами (12,8%), біля 8 тис. га займають промислові, комунально-складські об'єкти, спецтериторії, 17,6% міських земель використовується в сільському господарстві. Вільні міські землі, що становлять 1,6% від всієї території міста Запоріжжя, роздроблені і дисперсно розташовані в плані міста, що утрудняє їх освоєння.

Селітебні території - 8738,0 га (100 %), зокрема: мікрорайони, житлові квартали - 6560,0 га (75,1%). Решта територій - 24361,0 га (100%). З них: території промислових підприємств, комунального господарства, складів, баз і ін. - 7966,0 га (32,6 %); території сільськогосподарського призначення - 5822,0 га (24,0 %); неудобья (яри, заплави річок і т.д.) - 2044,0 га (8,3 %); вільні території міста, придатні для забудови - 514,0 га (2,1 %); інші території - 8015,0 га (33,0 %). У існуючій планувальній структурі міста порушений взаємозв'язок між основними функціональними зонами, розташованими без урахування їх подальшого розвитку.

Забудова міста представлена компактною відкритою структурою і розташована на обох берегах р. Дніпро. Лівобережна частина - лінійна і дуже неоднорідна по функціональному зонуванню. Селітебні території, розділені

транспортними і комунікаційними коридорами, витягнуті уздовж берега і безпосередньо примикають до промислових територій (Лівобережний, Павло-Кичкас, Олександрівський промрайони). В результаті значна частина житлової забудови (до 70%) знаходиться в зонах впливу промислових підприємств.

Правобережна частина міста більш компактна і однорідна по функціональному зонуванню. Промислові підприємства Хортицького промрайону, будучи "чистішими" в екологічному плані виробництвами, не роблять негативного впливу на житлову забудову. Зв'язки селітебних зон з місцями праці тут мінімальні.

Проте правобережна частина, будучи сприятливою в екологічному плані, не володіє достатньо розвиненими транспортними зв'язками з місцями праці (4 промрайони міста розташовані в лівобережній частині) і центром міста.

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

1.1.2 Транспортна інфраструктура Запоріжжя

Сучасна транспортна інфраструктура м. Запоріжжя включає систему зовнішнього транспорту - залізницю, автобусний транспорт, автодорожня мережа, авіатранспорт і водний (річковий) транспорт, - магістральну вулично-дорожню мережу і мережу масового пасажирського транспорту.

Запорізький залізничний вузол утворюється перетином двох магістральних ліній: Харків - Запоріжжя - Сімферополь і Кривий Ріг - Запоріжжя - Донбас.

Зовнішні автобусні пасажироперевезення здійснюються трьома автостанціями і одним автовокзалом.

Мережа зовнішніх автодоріг включає дорогу державного значення, забезпечуючи зв'язки з Дніпром, Харковом, Полтавою, центральними і південними областями України, з Азовським побережжям.

Вантажні і пасажирські перевезення водним транспортом обслуговуються двома річковими портами, розploженими на лівому березі у верхньому і нижньому б'єфі Дніпровської ГЕС.

Повітряне повідомлення забезпечується Запорізьким аеропортом, розташованим в північно-східній частині міста.

Існуюча магістральна вулично-дорожня мережа міста представлена магістралями міського і районного значення. Транспортні зв'язки між лівим і правим берегами здійснюється через дамбу Дніпрогесу і мости, що проходять через острів Хортиця.

1.2 Загальна характеристика району проектування

Об'єктом дослідження у даному дипломному проекті є ділянка вулично-дорожньої мережі Олександрівського району, а саме перехрестя Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою та стоянка автомобільного транспорту біля трьох великих об'єктів притягнення пасажиропотоків – супермаркетів Ашан, Епіцентр та торгівельного центру Сітімол.

Схема ділянки, що розглядається наведена на слайді 2 графічної частини магістерської роботи.

Рух перехрестям неможливо розглядати окремо від основних об'єктів тяжіння – супермаркетів. Тому автомобільна стоянка біля них та організація автомобільного транспорту в стані спокою одна з пріоритетних задач цієї роботи. Схема стоянки наведена на слайді № 3 графічної частини магістерської роботи.

Щодо видів руху на Прибережній магістралі, то тут присутній рух загального транспорту та маршрутних транспортних засобів. Рух вантажного транспорту дозволено.

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

Як вже зазначалось вище для організації транспорту в стані спокою біля кожного з супермаркетів передбачена тимчасова стоянка. Розподіл місць стоянки за магазинами є доволі умовним, тому слід розглядати не окремі стоянки та їх структури, а приділити увагу вивченню та поліпшенню умов руху на всіх стоянках взагалі.

Загальна схема розташування стоянок наведена на рисунку 1.1.

Необхідно відмітити, що стоянкою організовано рух маршрутних транспортних засобів, що значно ускладнює організацію руху на стоянці, погравляє пішохідний рух на ній, що небажано, та значно впливає на зниження рівня безпеки руху транспорту.

Між магазинами Ашан та Епіцентр існує певного розміру пішохідний потік, шлях якого проходить через автомобільну стоянку, що є дуже небезпечним.

Також потрібно відмітити, що характер руху на Прибережній магістралі, параметри його регулювання також значно впливають на умови роботи стоянок, і, зворотно, стоянки впливають на рух транспорту перехрестям. Тому організацію руху на перехресті Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою слід розглядати в щільному взаємозв'язку з організацією транспорту в стані спокою на прилеглих автомобільних стоянках.

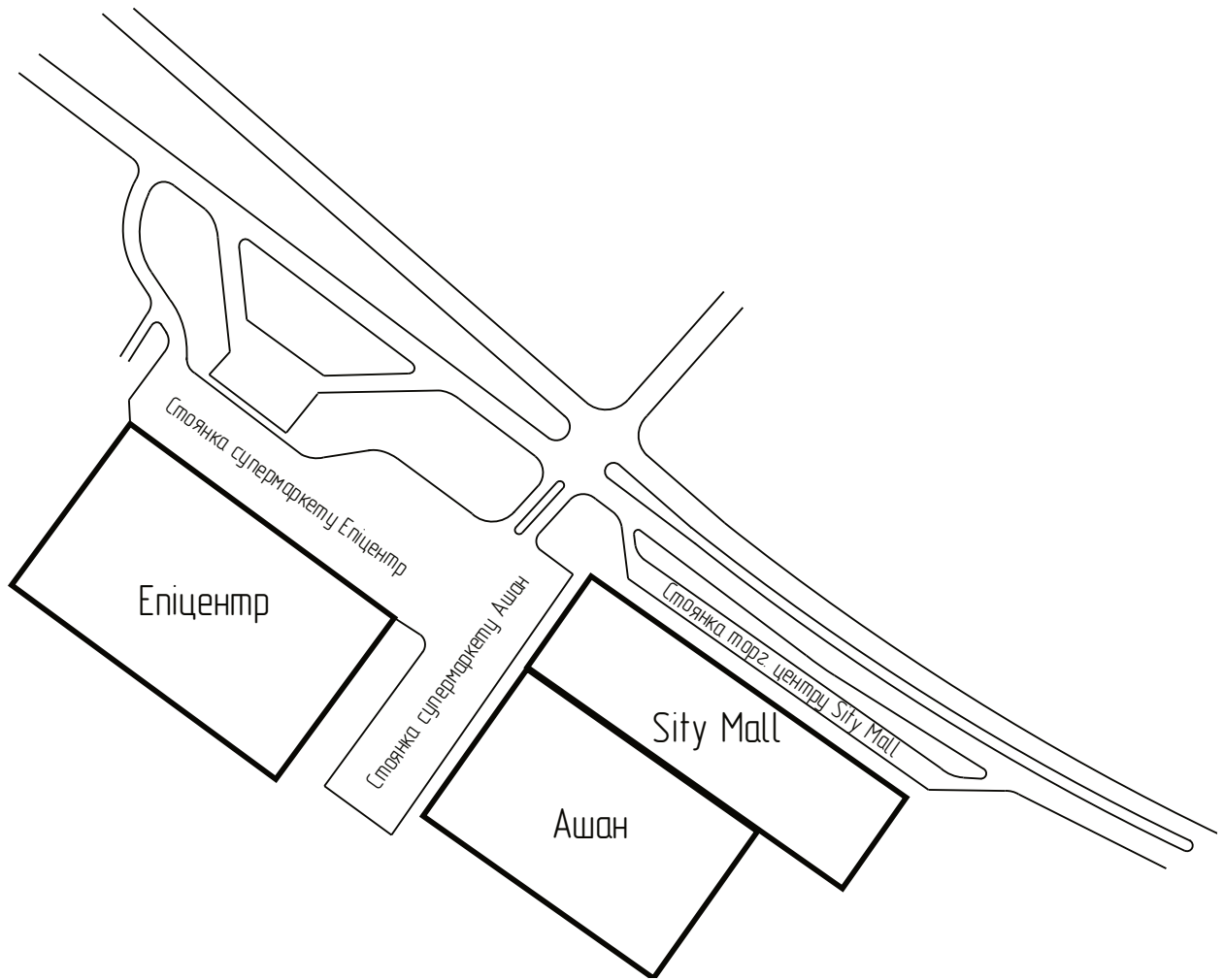


Рисунок 1.1 – Загальна схема розташування стоянок

1.3 Характеристики транспортних і пішохідних потоків

1.3.1 Характеристики транспортних та пішохідних потоків

Як вже відзначалося раніше, організація руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької щільно пов'язана з роботою стоянок біля торговельних центрів. Так фактичний обсяг руху транспорту на стоянках – це інтенсивність руху зазначеним перехрестям у відповідних напрямках. Конкретні значення цієї та інших інтенсивностей руху транспорту перехрестям наведені в п. 1.3.2.

Серед особливостей руху на стоянках слід відмітити наявність маршрутного пасажирського транспорту. Зараз біля супермаркету Ашан розташований початок 4 міських автобусних маршрутів. І, хоча, рухомий склад на цих маршрутах представлений тільки мікроавтобусами, вони все одно створюють значні перешкоди для руху транспорту стоянкою, підвищують небезпеку цього руху, поживляють небажаний на стоянці пішохідний рух.

Інтенсивність руху маршрутного транспорту складає від 10 до 20 мікроавтобусів за годину в залежності від часу доби та дня тижня.

На перехресті наявний значний пішохідний рух, який дозволений в усіх напрямках та організовується за допомогою регульованих пішохідних переходів.

Пішохідний рух на стоянці можна поділити на дві складові частини: рух від автомобілів до магазинів та в зворотному напрямку; рух між супермаркетами Ашан та Епіцентр.

Для визначення обсягу руху від автомобілів достатньо знати кількість транспортних засобів, що прибувають до стоянки, та середнє наповнення кожного автомобіля пасажирами. Для визначення останнього показника були виконані натурні дослідження, під час якого фіксувалася кількість пасажирів в кожному автомобілі, який прямував на стоянку. Було проаналізовано 100 одиниць рухомого складу. Для аналізу бралися тільки легкові автомобілі. Обробка результатів дала середнє значення кількості пасажирів в кожному автомобілі – 2,37 чоловіка. Отже, в середньому кожний автомобіль, що приїжджає на стоянку, додає в загальний пішохідний потік не менше 2 чоловік.

Вважаючи, що максимальна інтенсивність руху транспорту на стоянку склала (згідно п. 1.3.2) 482 приведені одиниці транспорту (у вихідні дні тижня в обідні години), то пішохідний потік зі стоянки до магазинів та в зворотному напрямку складає в ці години близько 800-900 пішоходів.

Рух між супермаркетами також досліджувався окремо. Слід відмітити складність отримання достовірних даних з цього питання, яка полягає в тому, що пішохідний рух між супермаркетами виконується досить хаотично. Пішоходи використовують для цього майже всю площу стоянки.

Згідно проведеним дослідженням інтенсивність пішохідного руху між супермаркетами у вихідний день в обідні години складає 200-300 пішоходів за годину.

1.3.2 Характеристики транспортних та пішохідних потоків на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької

На перехресті були проведені дослідження, в ході яких була підрахована інтенсивність в часи пік (з 8:00 до 9:00 та з 17:00 до 18:00) та в межпікові години (з 12:00 до 13:00) в робочий день тижня та вихідний день тижня. Дослідження у вихідний день виконувалися з причини виявлення можливості підвищення інтенсивності руху в цей період тижня.

Інтенсивність транспортних потоків досліджувалася за 12 напрямками руху. Фіксація транспортних засобів відбувалася за їх типами.

Отримані дані інтенсивностей руху наведені у таблицях 1.3-1.8.

Таблиця 1.3 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі з 8:00 до 9:00 ранку в робочий день тижня

Напря́м	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю			Маршрутні таксі	Автобуси	Автопоїзди	Разом
		2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	50	1	1					52
2	40				18			58
3	54							54
4	46	4	1	1				52
5	802	38	9	9	6	8	16	888
6	44		1	1				46
7	14							14
8	8		1	1	18			28
9	6		1	1				8
10	76	6	1	1	2			86
11	1372	58	20	16	6	8	6	1486
12	56	6	2	2		2		68
Разом	2568	113	37	32	50	18	22	2840

Таблиця 1.4 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі з 12:00 до 13:00 в робочий день тижня

Напря́м	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю			Маршрутні таксі	Автобуси	Автопоїзди	Разом
		2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	18							18
2	50	4	1	1	4			60
3	18							18
4	15	9	2	1			3	30
5	720	75	20	18	6	9	27	875
6	138	6						144
7	78	48	1	2				129
8	132	27	2	1	15	6		183
9	48	3	1	2				54
10	72	2			2	6		82
11	560	36	4	4	2		4	610
12	24	2	1	1			2	30
Разом	1873	212	32	30	29	21	36	2233

Таблиця 1.5 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі з 16:00 до 17:00 вечора в робочий день тижня

Напрям	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю			Маршрутні таксі	Автобуси	Автопоїзди	Разом
		2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	66	6	1	1		2		76
2	64	2	1	1	16	2		86
3	50	2	1	1				54
4	14							14
5	890	38	20	12		16	24	1000
6	210	16	9	5				240
7	184	2	4	4		6		200
8	80	12			24	4		120
9	60	2	3	3				68
10	142	6			2	2		152
11	956	48	22	10	4	8	12	1060
12	44							44
Разом	2760	134	61	37	46	40	36	3114

Таблиця 1.6 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі з 8:00 до 9:00 ранку в вихідний день тижня

Напрям	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю			Маршрутні таксі	Автобуси	Автопоїзди	Разом
		2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	38	2						40
2	26				14			40
3	44	2						46
4	30	12	3	3	2			50
5	742	16	6	4	2	5	6	781
6	28							28
7	14	4						18
8	26	6			16	2		50
9	12	2				2		16
10	74	2	1	1				78
11	666	52	16	8	4	4	10	760
12	34	2	1	1				38
Разом	1734	100	27	17	38	13	16	1945

Таблиця 1.7 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі з 12:00 до 13:00 в вихідний день тижня

Напрям	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю			Маршрутні таксі	Автобуси	Автопоїзди	Разом
		2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	46					2		48
2	88	4			12			104
3	44							44
4	32							32
5	538	8	1	1	8	4	2	562
6	210	6						216
7	190	4				2		196
8	94	4			14			112
9	136	4						140
10	240	6				2		248
11	702	10	1	1	4	4	8	730
12	36	2						38
Разом	2356	48	2	2	38	14	10	2470

Таблиця 1.8 – Інтенсивності та склад транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі з 16:00 до 17:00 вечора в вихідний день тижня

Напрям	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю			Маршрутні таксі	Автобуси	Автопоїзди	Разом
		2-5 т	5-8 т	> 8 т				
1	32	6						38
2	60	2			12			74
3	26	2					2	30
4	16	2						18
5	362	28	2	3	4	4	2	405
6	102	8	1	1		2		114
7	154							154
8	60	8			12	2		82
9	122							122
10	140	8			2	2		152
11	464	18	2	2	6	6	4	502
12	36	2						38
Разом	1574	84	5	6	36	16	8	1729

Одержані дані інтенсивності були оброблені і приведені до умовного легкового автомобіля по формулі:

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

де N_i - інтенсивність групи автомобілів;

K_i - відповідний групі автомобілів коефіцієнт приведення.

Коефіцієнти приведення, які відповідають певній групі транспортних засобів, згідно з [18] наведені в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Коефіцієнти приведення інтенсивності руху

Мотоцикли	Легкові	Вантажні з вантажопід'ємністю				Автобуси	Тролейбуси	Автопоїзди
		< 2 т і марш. таксі	2-5 т	5-8 т	> 8 т			
0,5	1	1,5	2	2,5	3	3	3,5	4

Розраховані за формулою (1.1) приведені інтенсивності наведені в таблицях 1.10, 1.11.

Таблиця 1.10 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі в робочий день тижня

Напрямок	8:00-9:00	12:00-13:00	16:00-17:00
1	55	18	90
2	67	70	104
3	54	18	60
4	60	53	14
5	1025	1118	1196
6	50	150	280
7	14	183	228
8	41	235	152
9	12	63	81
10	97	97	163
11	1643	673	1215
12	85	42	44
Всього	3203	2720	3627

Таблиця 1.11 – Приведені інтенсивності транспортних потоків на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі у вихідний день тижня

Напрям	8:00-9:00	12:00-13:00	16:00-17:00
1	42	52	44
2	47	114	82
3	48	44	38
4	74	32	20
5	843	592	458
6	28	222	130
7	22	204	154
8	68	123	100
9	22	144	122
10	84	258	165
11	892	778	554
12	44	40	40
Всього	2214	2603	1907

На слайдах №№ 4-6 графічної частини магістерської роботи наведені інтенсивності транспортного потоку, що рухається перехрестям вул. Запорізької з Прибережною магістраллю на протязі різних годин доби.

Отримані значення інтенсивності руху мають дещо нестандартний розподіл за годинами доби. В робочі дні тижня у між пікові години не відбувається значного зниження інтенсивності руху. У вихідні дні тижня взагалі наявний приріст інтенсивності руху в середині доби. Це пов'язано з великими супермаркетами, до яких постійно їдуть автомобілі з відвідувачами зі всього міста.

Слід зазначити, що фактично повороти ліворуч на перехресті з Прибережної магістралі заборонені знаками 5.16. Однак ці напрями руху нанесені та проаналізовані, бо по факту рух цей є всупереч вимогам Правил дорожнього руху.

На рисунках 1.2, 1.3 та на слайді № 7 графічної частини магістерської роботи наведений склад транспортних потоків на перехресті вулиці Запорізька та Прибережної магістралі.

Як бачимо з цих рисунків у транспортному потоці переважають легкові автомобілі на протязі всього часу доби. Їх частка становить понад 80 % від загальної кількості автомобілів.

Слід відмітити, що таке співвідношення складу транспортного потоку характерне для всієї доби.

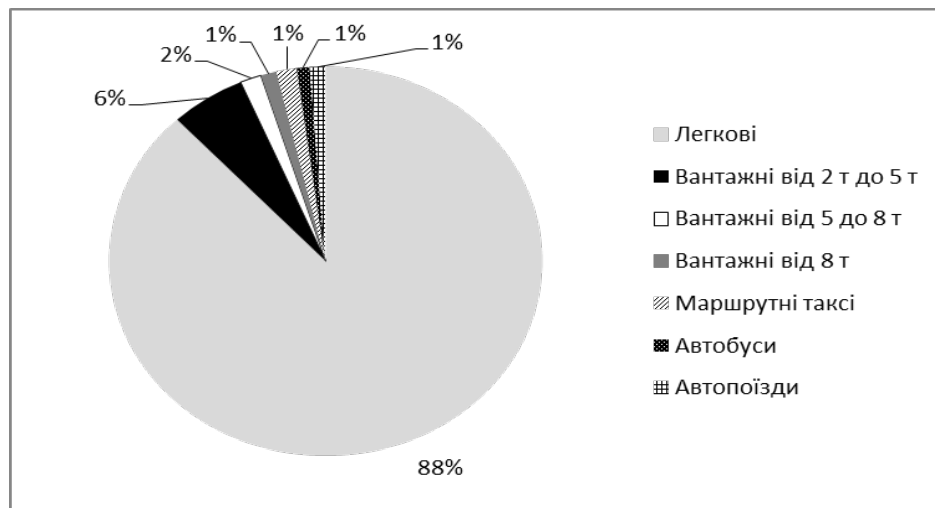


Рисунок 1.2 – Склад транспортного потоку на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі в робочий день тижня

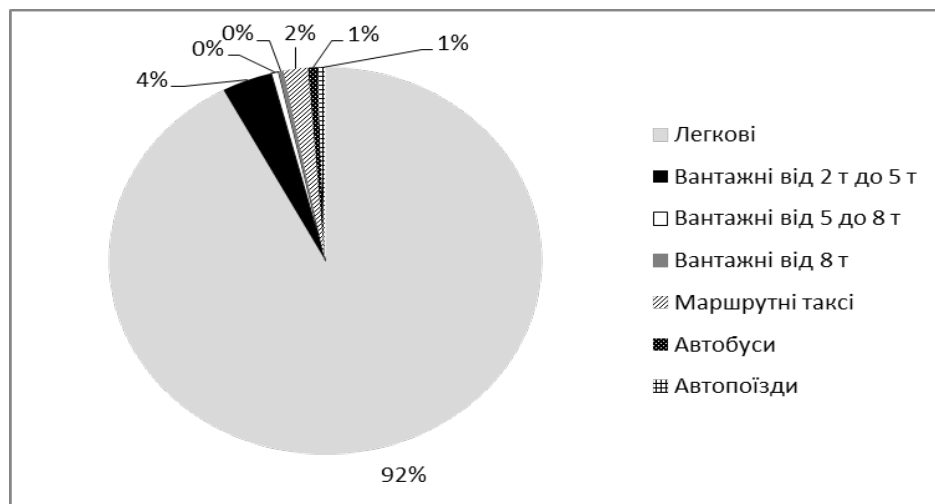


Рисунок 1.3 – Склад транспортного потоку на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі у вихідний день тижня

Встановлення величини швидкості руху на Прибережній магістралі проводимо за допомогою вимірювача швидкості типу «ІСКРА-1». Це

універсальний імпульсний вимірювач швидкості, який реалізує всі можливі роботи: у стаціонарному положенні й у русі (у тому числі по зустрічним і побіжним цілям), селекцію цілей по напрямку, сполучається з відеофіксатором «Кадр-1» і персональним комп'ютером. Тактико-технічні характеристики дорожнього радара «ІСКРА-1»:

- робоча частота – $24,15 \pm 0,1$ ГГц (К-діапазон); дальність виявлення – не менше 500 – 800 м; діапазон вимірюваних швидкостей – 30 – 220 км/год;
- межі абсолютної погрішності виміру швидкості – ± 2 км/год;
- час виміру швидкості – не більше 1 с;
- дискретність установки граничного значення швидкості – 1 км/год; виділення найшвидшої цілі при перевищенні швидкості руху на 4 км/год;
- кількість комірок пам'яті – 2; час збереження значення швидкості в кожній з комірок пам'яті не менше 10 хвилин;
- припустима тривалість безупинної роботи не менше 16 годин;
- час установки робочого режиму після включення живлення не більше 3 с;
- щільність потоку вимірювання в зворотному напрямку на відстані 0,5 м не більш 10 мкВт/см²;
- середня споживна потужність – не більше 8 Вт;
- маса – не більше 0,9 кг (без акумулятора);
- припустимі граничні температури від -50°C до +55 °C;
- габаритні розміри – не більше 265x180x65 мм.

Вимірювання швидкісних режимів руху виконувалося за 50 м до перехрестя Прибережної магістралі та вулиці Запорізької. Результати вимірювань швидкості наведені у таблиці 1.12. Вони містять загальну інформацію, тобто це сумарні значення швидкостей руху, які вимірювались протягом години.

Таблиця 1.12 – Розподіл швидкостей руху за годину.

Інтервали швидкостей руху	Середина інтервалу V_i	Кількість значень m_i	Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$	Накопичена частість $F(V)$
40-45	42,5	9	0,06	0,06
45-50	47,5	12	0,08	0,14
50-55	52,5	57	0,38	0,52
55-60	57,5	31	0,2067	0,7267
60-65	62,5	23	0,1533	0,88
65-70	67,5	11	0,0733	0,9533
70-75	72,5	5	0,0333	0,9866
75-80	77,5	2	0,0133	1

Значення середньої швидкості руху за даними таблиці 1.21:

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

$$\bar{V} = \frac{8425}{150} = 56,17 \text{ км/год.}$$

При аналізі статистичних даних миттєвих швидкостей руху розрізняють швидкості 15, 50, 85 і 95 % забезпеченості. Ці швидкості отримують при аналізі кумулятивних кривих.

Швидкості 15 % забезпеченості показують з якими швидкостями рухається найбільш повільна частка транспортного потоку, яка є причиною дорожніх пригод, що пов'язані з обгонами.

Швидкості 50 % забезпеченості відповідають середній швидкості руху всіх автомобілів потоку, що розглядається.

Швидкості 85 % забезпеченості показують з якими швидкостями рухається найбільш швидка частка потоку автомобілів. Величина цієї швидкості використовується при організації руху.

Значення швидкостей 95 % забезпеченості показують швидкості найбільш швидких автомобілів, які рухаються з ризиком потрапити в ДТП.

Проаналізувавши отримані значення можна стверджувати, що швидкісний режим руху характеризується підвищеними швидкостями.

На ділянці вулично-дорожньої мережі, що розглядається, рух пішоходів здійснюється по тротуарах та пішохідних переходах.

За характером руху це пересування перш за все до та від торгівельних об'єктів. Крім цього, це рух до зупинок маршрутних транспортних засобів.

Під час спостережень та вивчення характеру пішохідних потоків особливих недоліків виявлено не було. Слід відмітити значне пожвавлення інтенсивності пішохідного руху поперек Прибережної магістралі у вихідні дні тижня. Інтенсивність пішохідного руху на цих переходах складає більше 1500 чоловік за годину в денні години вихідних днів.

1.4 Визначення складності перехрестя Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою

Складність перехрестя пропонується оцінити за допомогою п'ятибальної системи оцінки, яка оснований на конфліктних точках.

Конфліктні точки – місця ВДС, де відбувається взаємодія потоків. Деякі подібні маневри можуть виконуватись і на перегонах доріг при зміні смуг руху або ін. Однак найбільш характерні вони для вузлових пунктів ВДС – транспортних вузлів. Типи конфліктних точок наведені на рисунку 1.4.

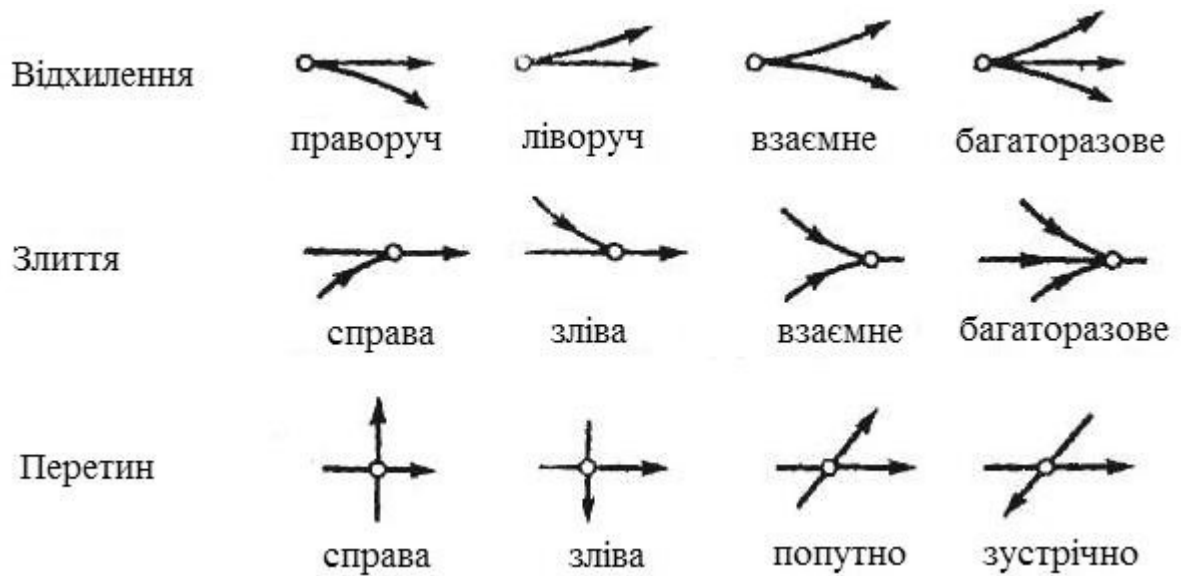


Рисунок 1.4 – Типи конфліктних точок

Кількість конфліктних точок визначається існуючими або дозволеними напрямками руху та кількістю смуг руху транспортних засобів.

Згадана вище п'ятибальна система оцінки включає наступні бали:

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

Показник складності перехрестя розраховується за наступною формулою:

$$m = n_v + 3n_z + 5n_n, \quad (1.3)$$

де n_v , n_z , n_n – кількість точок відхилення, злиття та перетину відповідно.

На рисунку 1.5 видно як визначаються конфліктні точки на чотирьохсторонньому перехресті (а), на якому можна виконувати всі види

маневрів. Він має 32 конфліктні точки та умовний показник складності 112 балів. Трьохстороннє перехрестя (б) має 9 конфліктних точок та показник складності 27. На перехресті з круговим рухом – 8 конфліктних точок та умовний показник складності 16 (в).

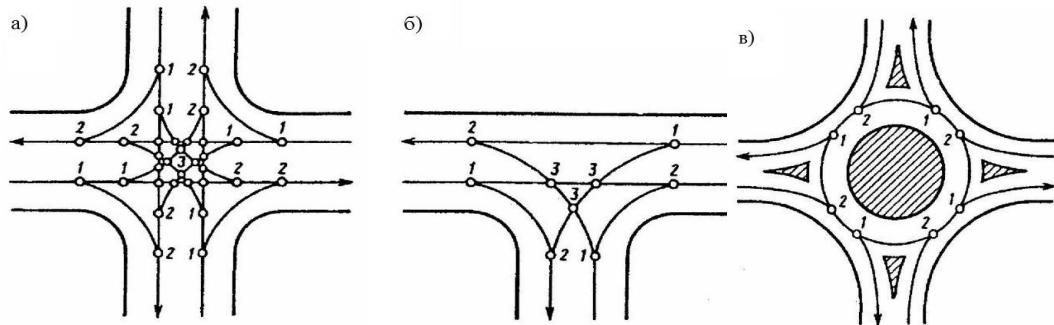


Рисунок 1.5 – Конфліктні точки відхилення (1), злиття (2) та перетин (3) на перехрестях з різною конфігурацією: а – чотирьохстороннє, б – трьохстороннє, в – з круговим рухом.

Транспортний вузол вважається простим, якщо $m < 40$; середньої складності, якщо $m = 40 \dots 80$; складним при $m = 80 \dots 150$; дуже складним, якщо $m > 150$.

Характерною особливістю кожної конфліктної точки є не тільки потенційна небезпека зіткнення транспортних засобів, що рухаються за конфліктними напрямками, але й імовірність затримки транспортних засобів.

Виконаємо розрахунок складності перехрестя вулиці Запорізької з Прибережною магістраллю за фактичними конфліктними напрямками (з урахуванням порушень Правил дорожнього руху). Наявність конфліктних точок на перехресті наведена на рисунку 1.6.

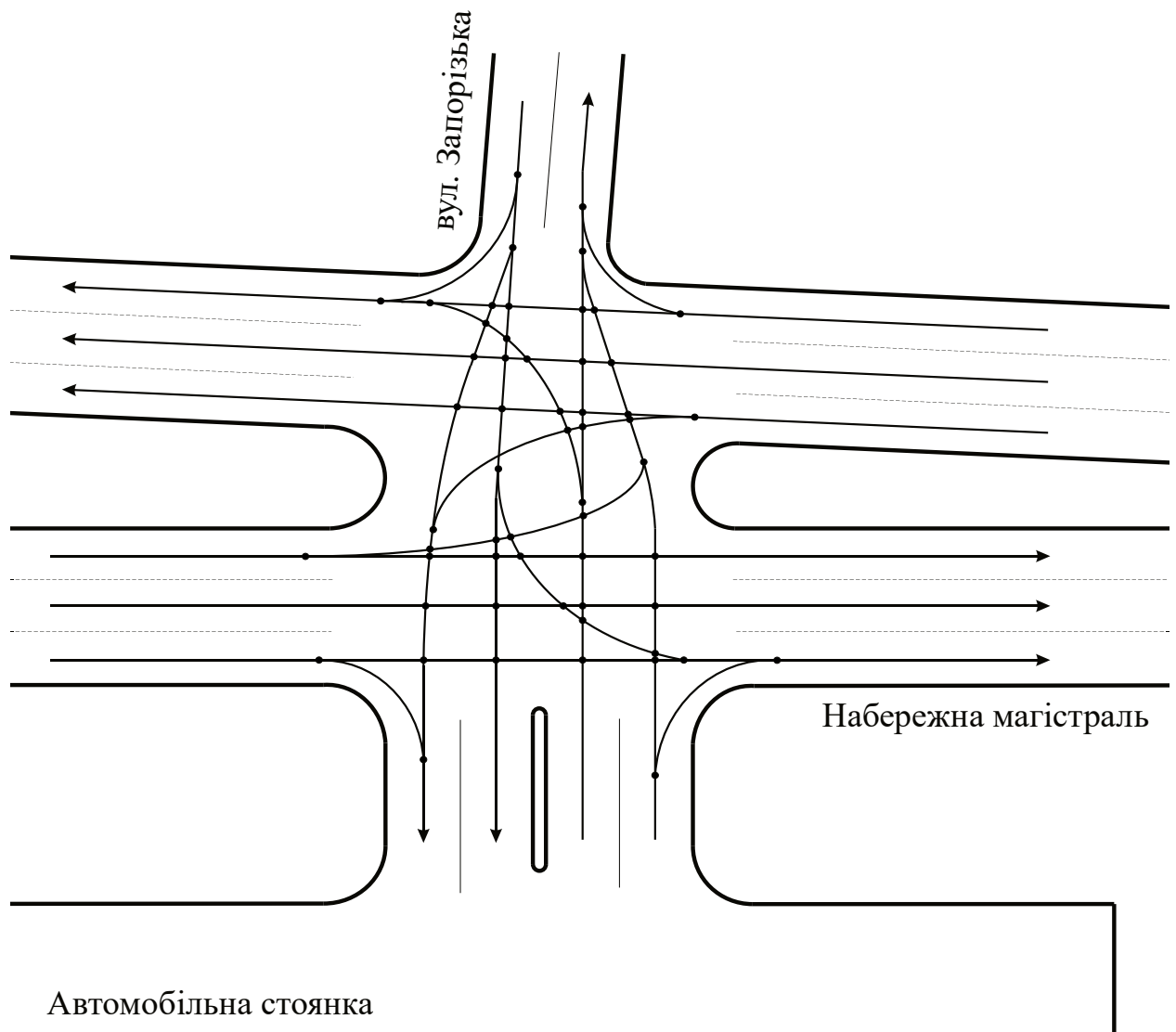


Рисунок 1.6 – Конфліктні точки на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі

Аналізуючи рисунок 1.6, отримуємо при даній схемі організації руху на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі та при наявних порушеннях Правил дорожнього руху наявні 9 точок відхилення, 9 точок злиття та 44 точки перетину.

Отже, складність перехрестя за п'ятибальною системою складе:

$$m = 9 + 9 \cdot 3 + 44 \cdot 5 = 256 > 150.$$

Перехрестя вул. Запорізька та Набережної магістралі є дуже складним.

1.5 Загальна характеристика управління дорожнім рухом

Управління дорожнім рухом на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької носить примусовий характер, тобто виконується за допомогою світлофорного об'єкту.

Світлофори відносяться до технічних засобів організації дорожнього руху першої групи, до якої входять такі засоби, які безпосередньо впливають на транспортні та пішохідні потоки з метою формування їх необхідних параметрів. Світлофори забезпечують розподіл транспортних та пішохідних потоків, що рухаються конфліктними напрямками, у часі.

Порядок вмикання сигналів світлофора, їх вид і значення відповідають міжнародній Конвенції про дорожні знаки та сигнали.

Транспортні світлофори використовуються трьохсекційні. В складі світлофорних об'єктів на перехрестях є як основні світлофори, так і світлофори дублюючі та повторюючі.

Усі світлофори на перехрестях відносяться до типу І.

Використання світлофорного регулювання ліквідує найбільш небезпечні конфліктні точки, що сприяє підвищенню безпеки руху.

Перехрестя вул. Запорізької та Прибережної магістралі регулюється за двофазною схемою зі складним фазоподібним перехідним інтервалом в першій фазі. Цей інтервал зберігся в циклі регулювання з попередньої схеми організації руху, коли напрями руху ліворуч з Прибережної магістралі були дозволені.

Фаза регулювання – це сукупність основного і наступного за ним проміжного такту. Такт регулювання – це період дії визначеної комбінації світлофорних сигналів. В період основного такту дозволений (чи заборонений) рух визначеної групи транспортних і пішохідних потоків. Під час проміжного такту виїзд на перехрестя заборонено, за виключенням

транспортних засобів, водії яких не змогли своєчасно зупинитися перед лінією «Стоп».

Напрямки руху на перехресті поєднуються у фази світлофорного регулювання. На рисунках 1.7–1.9 та на слайді № 8 графічної частини магістерської роботи наведені фази світлофорного регулювання на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі.

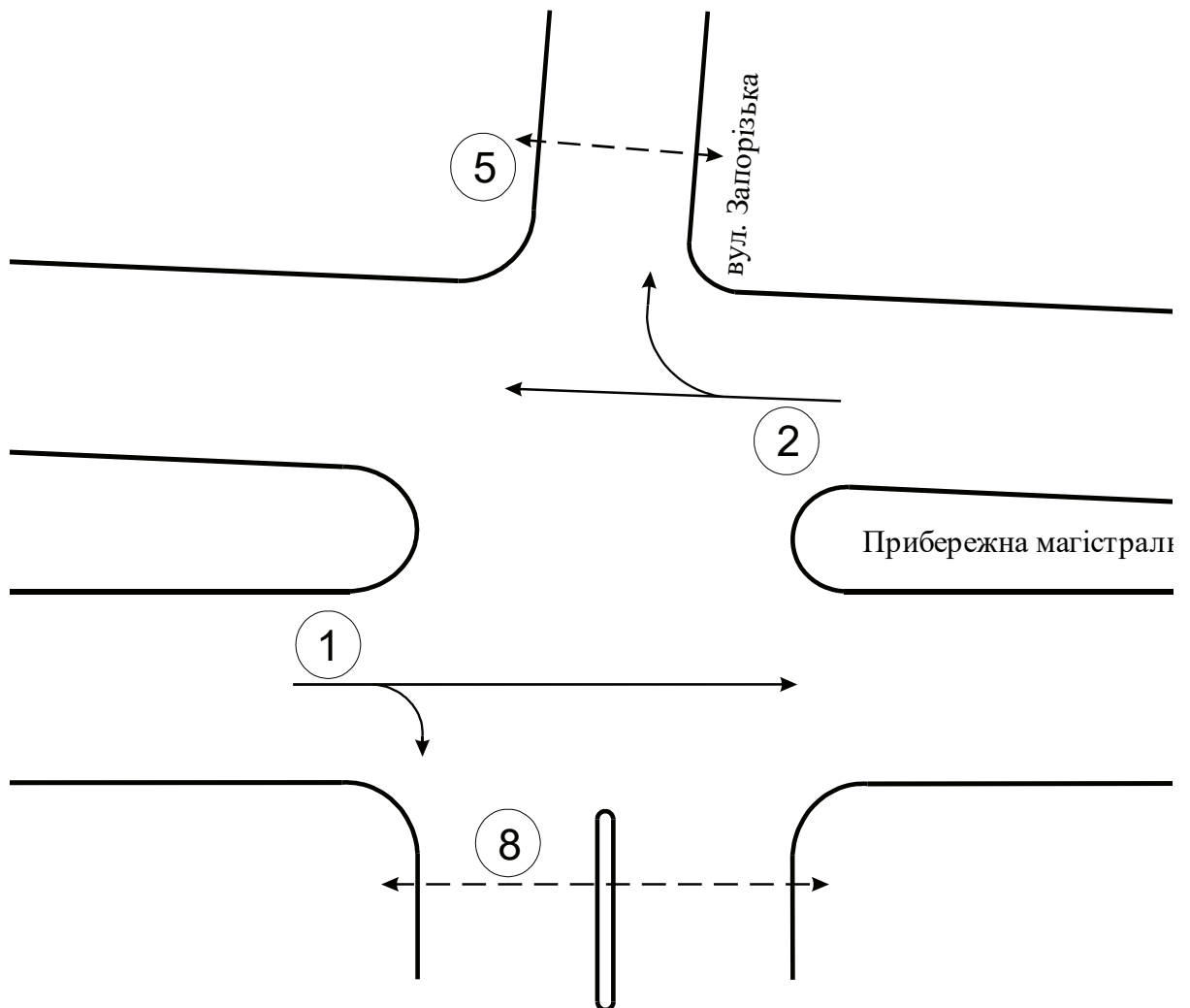


Рисунок 1.7 – Фаза регулювання I

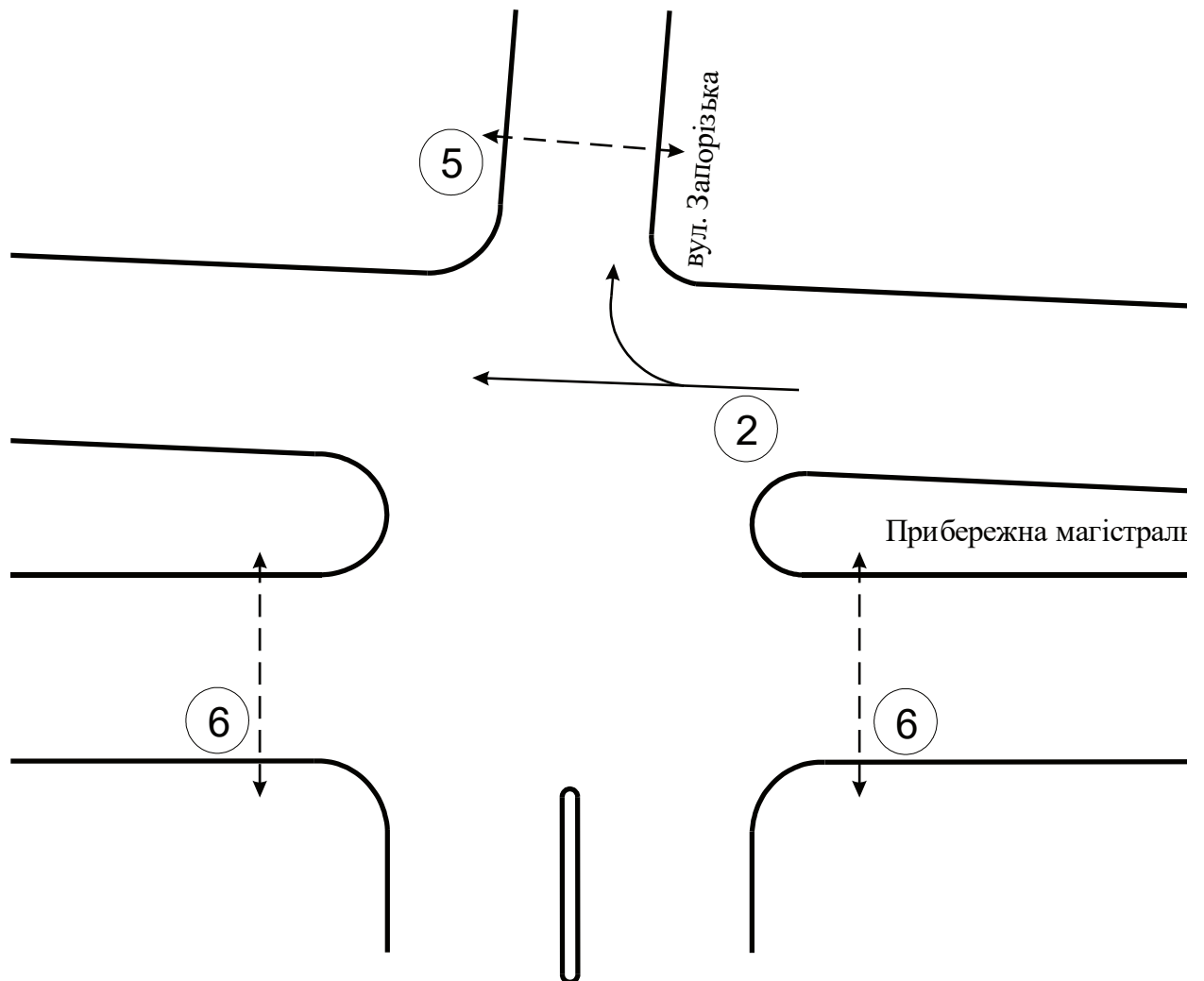


Рисунок 1.8 – Фазоподібний перехідний інтервал фази регулювання I

Цикл регулювання – сукупність фаз, яка періодично повторюється. На перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі величина світлофорного циклу складає 80 секунд. Кожна складова світлофорного циклу розраховується. Робота світлофорного об'єкту представляється у вигляді циклограми, яка наведена на слайді № 9 графічної частини магістерської роботи.

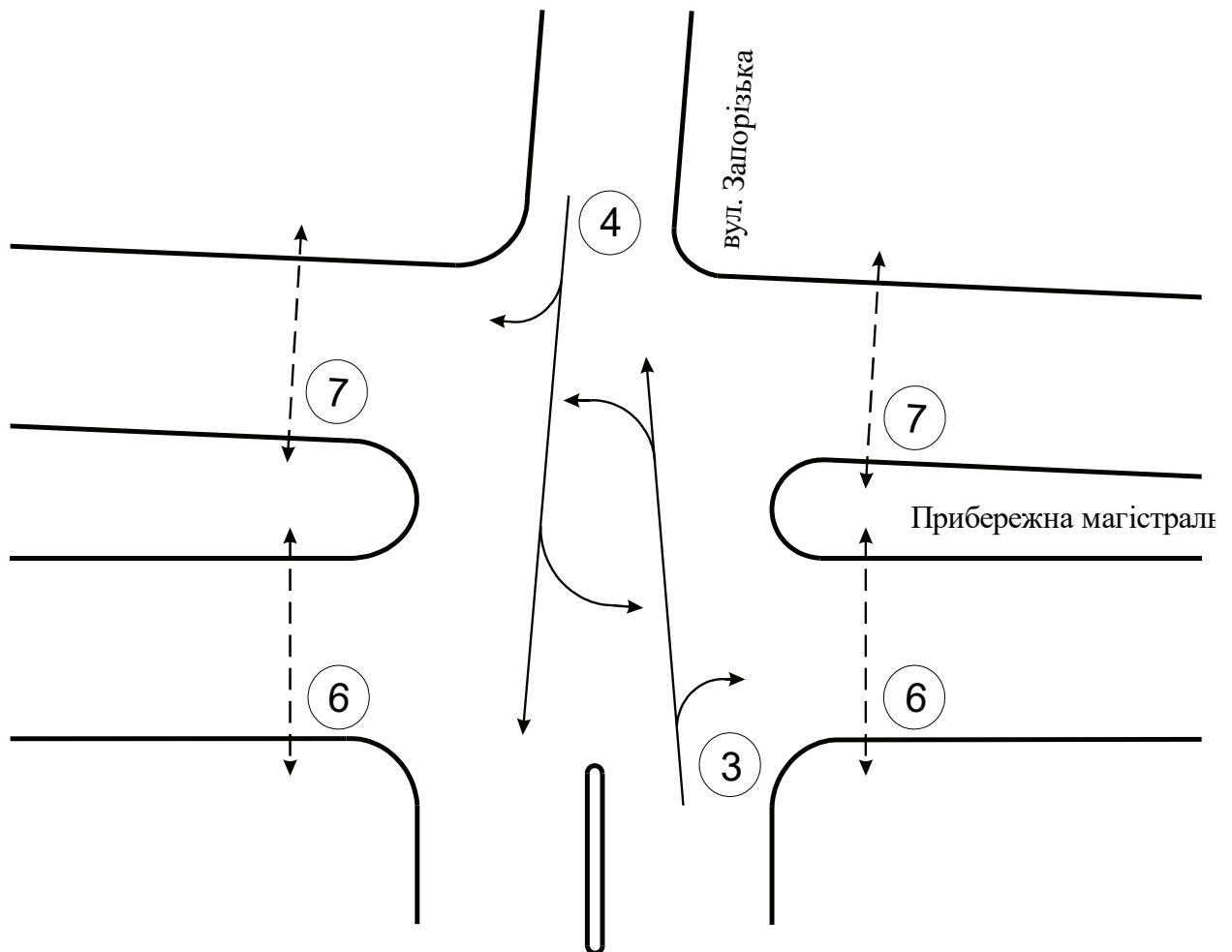


Рисунок 1.9 – Фаза регулювання II

Крім світлофорів на перехресті наявні дорожні знаки та дорожня розмітка. Схема перехрестя з наявними засобами організації руху наведена на слайді № 10 графічної частини магістерської роботи.

1.6 Визначення пропускної спроможності перехрестя Прибережної магістралі та вулиці Запорізької

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

Лінії “Стоп”, які визначають крайнє положення транспорту при червоному сигналі світлофора, є межею перехрестя. Визначаючи пропускну

спроможність всіх вулиць, які утворюють перехрестя, на розрізі ліній “Стоп”, можливо визначити пропускну спроможність всього вузла, що регулюється.

При визначенні пропускну спроможності у розрізі лінії “Стоп” приймають два допущення:

- 1) усі автомобілі, які проходять крізь перехрестя, що розглядається, затримуються перед світлофором;
- 2) усі автомобілі після ввімкнення зеленого сигналу проходять перехрестя з однаковою швидкістю і рівними інтервалами часу.

Перше допущення обґрунтовано для реальних умов руху великої інтенсивності при повному використанні пропускну спроможності дороги. Друге допущення також має рацію, тому що після накопичення автомобілів перед перехрестям початкова фаза руху характеризується загальною для всіх транспортних засобів швидкістю і приблизно однаковим інтервалом, незалежно від динамічних якостей окремих транспортних одиниць.

Таким чином, пропускну спроможність однієї смуги у розрізі лінії “Стоп” перехрестя, що регулюється:

$$N_n = \frac{3600(t_3 - t_a)}{t_n T_{\text{ц}}} \quad (1.6)$$

де t_3 – довжина зеленої фази світлофора, с;

$T_{\text{ц}}$ – довжина циклу регулювання, с;

t_a – відрізок часу між ввімкненням зеленого сигналу світлофора та перетином лінії “Стоп” першим автомобілем, с;

t_n – середній інтервал проходження автомобілів крізь лінію “Стоп”, с.

Величина t_a залежить від ступеню уважності та досвіду водія і практично знаходиться у межах 1-3 с. Інтервал проходження автомобілів крізь лінію “Стоп” за спостереженнями складає для легкових автомобілів 2-3 с, для вантажних – 3-5 с. В умовах змішаного транспортного потоку рекомендується прийняти $t_n = 3$ с.

Розрахуємо пропускну спроможність перехрестя вул. Запорізької з Прибережної магістраллю.

Під час спостереження характеристик дорожнього руху на перехресті вул. Запорізької з Прибережною магістраллю було виділено 4 основних напрямків руху транспортних потоків на перехресті (див. рис. 1.7-1.9). Згідно цих напрямів й виконаємо розрахунок пропускних спроможностей перехрестя.

Напрямок 1:

$$N_n = \frac{3600(35-1)}{3 \cdot 80} = 510 \text{ авт/год.}$$

Напрямок 2:

$$N_n = \frac{3600(46-1)}{3 \cdot 80} = 675 \text{ авт/год.}$$

Напрямок 3:

$$N_n = \frac{3600(16-1)}{3 \cdot 80} = 225 \text{ авт/год.}$$

Напрямок 4:

$$N_n = \frac{3600(13-1)}{3 \cdot 80} = 180 \text{ авт/год.}$$

Для порівняння отриманих пропускних спроможностей з існуючими інтенсивностями руху дані зведено в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Порівняння пропускних спроможностей з інтенсивностями руху на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі

Напрямок	Смуга	Пропускна спроможність, авт/год	Приведена інтенсивність руху, од/год	Висновок
1	I	510	480	достатньо
	II	510	796	недостатньо
	III	510	214	достатньо
2	I	675	244	достатньо
	II	675	815	недостатньо
	III	675	363	достатньо
3	I	225	157	достатньо
	II	225	304	недостатньо
4	I	180	254	недостатньо

Аналіз таблиці 1.13 показує, що пропускної спроможності недостатньо для пропуску існуючих транспортних потоків при наявній схемі регулювання рухом на перехресті вул. Запорізької та Прибережної магістралі.

1.7 Існуюча організація транспорту на тимчасових стоянках

Процес автомобілів на стоянці залежить перш за все від двох основних факторів: кількості автомобілів, які прибувають до стоянки на протязі доби; тривалості простою, тобто часу перебування на майданчику для паркування.

Найбільш точно кількість автомобілів, що прибувають до торговельного комплексу, визначається натурними обстеженнями. Дослідження стверджують, що цей процес є пуасоновським, в якому

вірогідність прибуття числа автомобілів k на майданчик паркування за проміжок часу t описується формулою:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (1.7)$$

де $\lambda > 0$ – кількість машин за проміжок часу.

Взаємозв'язок двох складових частин процесу паркування впливає на ступінь накопичення транспортних засобів на майданчику для паркування.

Автомобільну стоянку слід розглядати як систему, яка вдовольняє попит на паркування транспортних засобів, яка має обмежені можливості. Тому можливо розглядати стоянку і процес паркування як систему масового обслуговування, де одне місце для паркування є каналом обслуговування, а автомобілі, що надходять до стоянки, це потік вимог. Кількість місць на майданчику – це кількість каналів обслуговування. За допомогою теорії масового обслуговування можливо кількісно оцінити якість обслуговування.

Стоянка автомобіля – це система масового обслуговування з відмовами. Особливістю функціонування такої системи є те, що будь-яка вимога, яка потрапляє до системи в будь-який момент часу, чи обслуговується зразу ж, чи отримує відмову та покидає систему.

Оцінку функціонування подібної системи дає формула Ерланга, де вірогідність того, що обслуговуванням зайняті K каналів:

$$P_k = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{k!}}{\sum_{k=0}^n \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}, \quad (1.8)$$

де λ - інтенсивність прибуття автомобілів;

n – кількість місць для стоянки;

$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}}$ - параметр обслуговування;

$t_{\text{обсл}}$ – середня тривалість паркування одного автомобіля.

У формулах використовується параметр $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$.

Тоді вірогідність того, що всі канали вільні:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}}. \quad (1.9)$$

Вірогідність того, що всі канали зайняті (вірогідність відмови в обслуговуванні):

$$P_n = P_0 \frac{\alpha^n}{n!}. \quad (1.10)$$

Середня кількість зайнятих обслуговуванням каналів:

$$N_z = \sum_{k=1}^n \frac{\alpha^k}{(k-1)!} P_0. \quad (1.11)$$

Середня кількість вільних каналів:

$$N_0 = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k (n-k)}{k!} P_0. \quad (1.12)$$

Коефіцієнт простою каналів:

$$K_n = \frac{N_0}{n} . \quad (1.13)$$

Зробимо відповідні розрахунки. Згідно натурним обстеженням на протязі години в послугах стоянки мають потребу $\lambda = 400$ автомобілів. Середня тривалість паркування одного автомобіля складає близько $t_{\text{обсл}} = 37$ хв. Подальші розрахунки виконуються за допомогою комп'ютерної програми на ЕОМ, що дозволяє отримати параметри будь-якої системи масового обслуговування.

В результаті розрахунків оптимальна кількість каналів склала $k = 246$, тобто стоянка повинна мати 246 місць. Зараз в наявності сумарно на трьох стоянках налічується 206 місць.

1.8 Статистика та аналіз дорожньо-транспортних пригод

ДТП (дорожньо-транспортна пригода) - таке порушення нормального процесу руху механічних транспортних засобів, в результаті якого постраждали люди або був завданий матеріальний збиток.

У таблицях 1.14 - 1.16 наведена статистика ДТП на перехресті вул. Запорізька з Прибережною магістраллю за 2014-2017 роки з зазначенням загальної кількості ДТП, кількості загиблих та кількості поранених людей.

Таблиця 1.14 – Статистика ДТП на перехресті вул. Запорізька – Прибережна магістраль

2014	2015	2016р.	2017р.
14-0-4	3-0-1	3-0-4	6-2-3

Таблиця 1.15 – Види ДТП на перехресті вул. Запорізька – Прибережна магістраль

Зіткнення	Наїзд на пішохода	Інші види
14-2-6	10-0-6	2-0-0

Таблиця 1.16 – Причини ДТП на перехресті вул. Запорізька – Прибережна магістраль

Перевищення швидкості	Порушення ПДР водіями	Порушення ПДР пішоходами	Інші причини
10-2-4	6-0-3	7-0-5	3-0-0

Проаналізувавши дані таблиць 1.14-1.16 можна зробити висновок, що основними видами ДТП на ділянці, що розглядається є зіткнення та наїзд на пішохода. Крім цього, слід відмітити загальну тенденцію до збільшення кількості ДТП за останній рік.

На слайдах №№ 11-13 графічної частини магістерської роботи наведені статистичні дані та аналіз ДТП на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької.

1.9 Існуючі недоліки та постановка задач на магістерську роботу

Розглянувши схему організації руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької і схему організації транспорту в стані спокою біля супермаркетів Ашан, Епіцентр та торговельного комплексу City Mall та оцінивши існуючий рівень безпеки транспортного та пішохідного руху, можливо виділити наступні недоліки:

- 1) постійне порушення Правил дорожнього руху водіями через невідповідні режими світлофорного регулювання;

- 2) недостатня пропускна спроможність перехрестя вул. Запорізька з Прибережною магістраллю;
- 3) недостатня кількість місць на стоянках;
- 4) наявність на стоянці біля супермаркетів руху маршрутного пасажирського транспорту.

Для усунення зазначених недоліків пропонується:

- 1) реорганізація руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької;
- 2) забудова підземного пішохідного переходу через Прибережну магістраль;
- 3) реорганізація руху на стоянках;
- 4) усунення з території стоянки маршрутного пасажирського транспорту;
- 5) підвищення безпеки руху пішоходів на території стоянки.

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО БЕЗПЕКИ НА ПЕРЕХРЕСТІ

2.1 Розділення транспортних та пішохідних потоків шляхом забудови підземних переходів

Для уникнення проблем пішохідного руху та зменшення затримок транспорту в районі перехрестя Прибережної магістралі та вулиці Запорізької пропонується розглянути можливість будівництва позавуличних пішохідних переходів.

2.1.1 Обґрунтування будівництва позавуличних пішохідних переходів

Взаємні конфлікти транспортних і пішохідних потоків в одному рівні є основною причиною вуличного травматизму в великих містах. Природно тому прагнення до обладнання споруд, які забезпечили б розв'язку таких перетинів в різних рівнях.

Простіше та дешевше змінити рівень пішохідного руху, залишаючи транспорт в звичайному рівні. Тому найчастіше в подібних випадках застосовують пішохідні тунелі або містки, об'єднані загальним терміном «позавуличні пішохідні переходи». Оскільки світлофорне регулювання руху може при правильному проходженні сигналів забезпечити необхідний рівень безпеки руху, остільки позавуличні пішохідні переходи слід в першу чергу застосовувати там, де програмується безперервний рух транспорту, тобто при пристрої розв'язки транспортних потоків в різних рівнях, на кільцевих площах з достатньо інтенсивним рухом транспорту і т. ін.

Крім того, обладнання позавуличних пішохідних переходів виявляється необхідним в центральних вузлах великих міст (біля вокзалів, станцій метрополітену і ін.), де інтенсивність пішохідних потоків настільки

велика, що застосування для їх пропуску світлофора неминуче привело б до вельми значних затримок транспорту.

Пішохідні тунелі в містах набули значно більшого поширення, ніж пішохідні містки, що можна пояснити істотними недоліками останніх: спотворенням міського пейзажу пролітними будовами; захаращенням вулиць опорами; необхідністю для пішоходів долати значно велику різницю висот, чим при тунельному рішенні (орієнтовно 5 м замість 3,5 м).

Слід, проте, мати на увазі, що застосування сучасних матеріалів і прогресивних конструктивних рішень допускає створення легких, добре гармонуючих з архітектурним ансамблем містків, а використання ескалаторів і пішохідних конвеєрів робить містки зручними для пішоходів. Таким чином, в певних місцевих умовах, коли підземні споруди вимагають значних витрат або виникають додаткові ускладнення (несприятливі гідрогеологічні умови, великий об'єм робіт по перекладанню підземних мереж), може бути рекомендовано облаштування пішохідного містка. Траси позавуличних пішохідних переходів (переважно тунельних) можуть мати саме різне зображення, залежно від виконуваного завдання і місцевих планувальних умов.

На рисунку 2.1 показані деякі поширені схеми розташування позавуличних пішохідних переходів. Проста схема (рисунок 2.1,*а*) є чотирьохтунельним пішохідним переходом, що перетинає вулиці, створюючи перехрестя. На схемі 2.1,*б* показано рішення, вельми доцільне при значній інтенсивності діагональних переходів. В цьому випадку дещо збільшується протяжність прямих переходів, але істотно скорочується довжина діагональних. Крім того, загальний об'єм будівельних робіт менше, ніж по схемі 2.1,*а*.

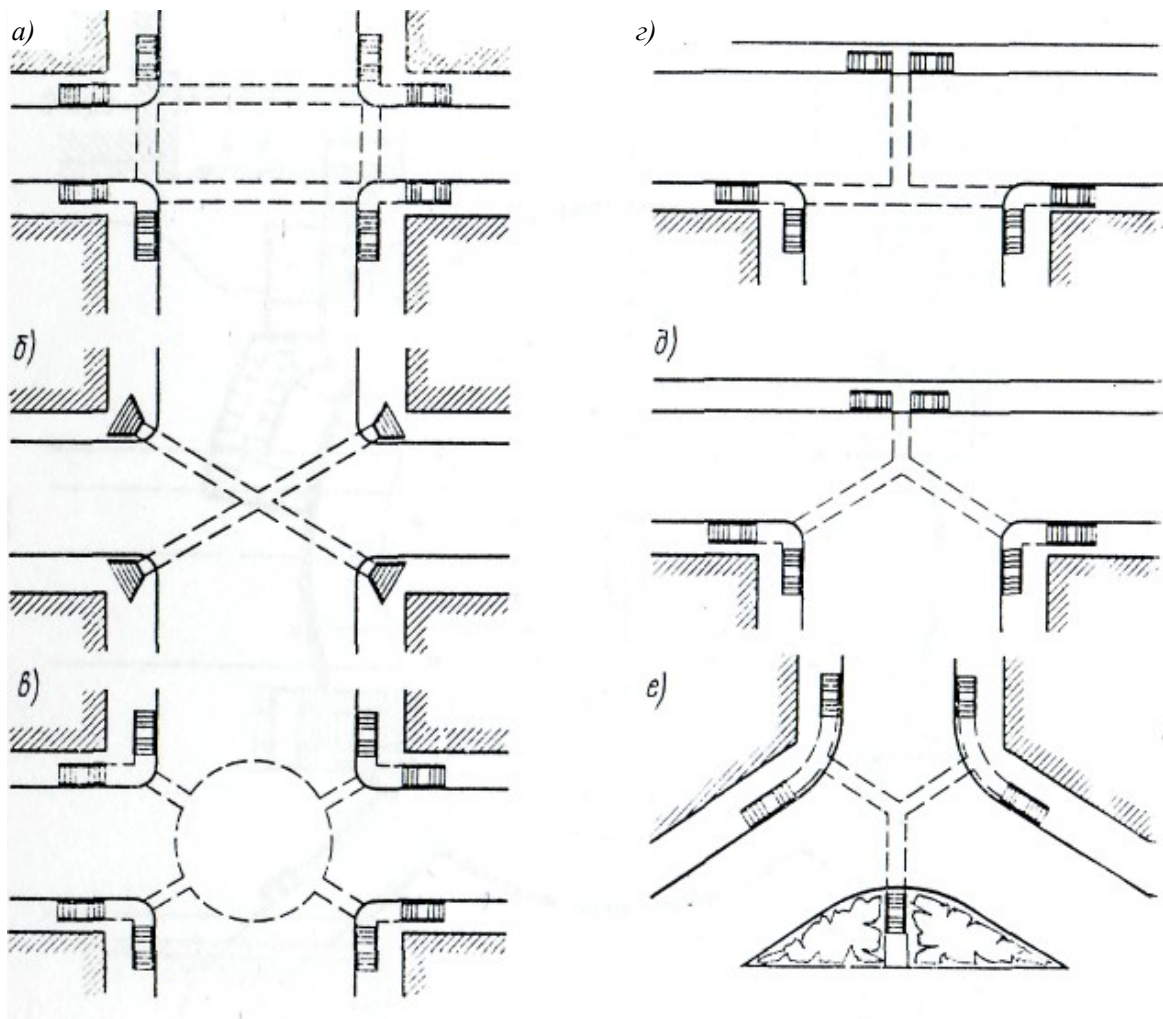


Рисунок 2.1 – Схеми розташування поза вуличних пішохідних переходів

Створення підземного центрального залу характерно для схеми 2.1,в, що доцільно в центральній зоні міста, де відчувається дефіцит площ для розміщення об'єктів культурно-побутового призначення. У залі можуть розташовуватися автомати, кіоски, торгові точки, не заважаючи перерозподілу пішохідних потоків.

Два варіанти розміщення пішохідних переходів на примиканні магістральних вулиць показані на схемах 2.1,г,д, причому схема д краще в тих випадках, коли переважають пішохідні переходи через магістральну вулицю крізного напрямку. Доцільне розташування пішохідних переходів на У-подібному перехресті показане на рисунку 2.1,е.

2.1.2 Розрахунок основних параметрів пішохідних переходів

Отже, враховуючи все вище згадане, для проекту обираємо пішохідний перехід підземного типу. Схема переходу, що пропонується, наведена на рисунку 2.2 та на слайді № 14 графічної частини магістерської роботи.

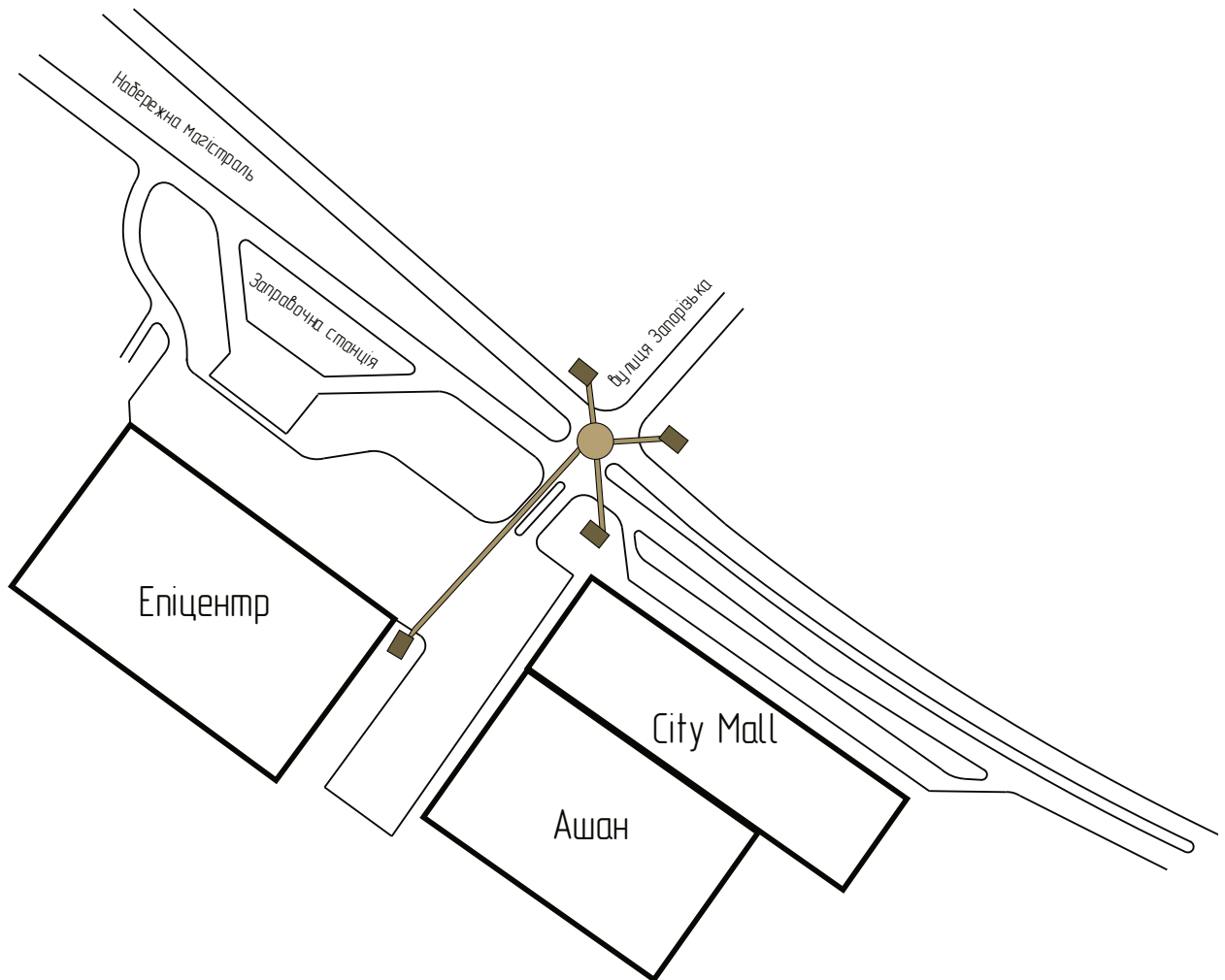


Рисунок 2.2 – Схема підземного пішохідного переходу

Згідно [12] середня швидкість пішохідного потоку в позавуличному пішохідному переході з обов'язковим розділенням за зустрічними напрямками може бути прийнята 1,2 м/с. Ширина однієї смуги руху – 1м. Рівень вільного руху – значення, зворотне щільності потоку, – 1-1,3 м²/чол.

Пропускна спроможність однієї смуги руху, чол./год.:

$$N_{np} = \frac{3600V_n}{k_{ep}}, \quad (2.1)$$

де V_n – швидкість пішохідного руху, м/с;

k_{ep} – рівень вільного руху, м²/чол.

$$N_{np} = \frac{3600 \cdot 1,2}{1,3} = 3323 \text{ чол./год.}$$

Слід зазначити, що пропускна спроможність, яка розрахована таким чином, суттєво відрізняється від відповідних значень, що рекомендовані СНиП II-60-75. Це пояснюється тим, що розрахунок не враховує негативний вплив сходів, які є «критичними ділянками» всього переходу. Тому пропускну спроможність слід приймати у відповідності з величинами, що характерні саме для цих елементів.

У таблиці 2.1 наведені значення параметрів пішохідного руху [12].

Таблиця 2.1 – Параметри пішохідного руху по сходах

Елемент переходу	k_{ep} , м ² /чол	V_n , м/с	N_{np} , чол./год.
Сходи			
вверх	1,1	0,35	1100
вниз	1,0	0,42	1500

Таким чином, пропускна спроможність однієї смуги руху – 1100 чол/год.

Згідно п. 1.3.2 максимальна інтенсивність пішохідного руху, що спостерігалася на перехресті становить близько 1500 чол/год. Отже, можна стверджувати, що для нормальної організації руху ширина всіх підземних проходів повинна вміщувати 2 смуги руху по одній в кожному напрямку, тобто ширина проходів становить 2 м.

Діаметр центральної площі підземного переходу вибираємо згідно [6] – 10 м. Сумарна довжина проходів за схемою, яка наведена на рисунку 2.2 складає 75 м. Глибина переходу від поверхні землі – 3,5 м. Висота проходів 2,5 м. Основні геометричні розміри підземного пішохідного переходу наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Геометричні параметри підземного пішохідного переходу

Довжина проходів, м	Ширина проходів, м	Діаметр центральної площі, м	Висота проходів, м	Загальна площа переходу, м ²	Загальний об'єм переходу, м ³
75	2	10	2,5	228	570

2.2 Реорганізація руху на тимчасових стоянках

2.2.1 Усунення руху стоянками маршрутного пасажирського транспорту

Розміщення зупинок міського транспорту виконується з урахуванням вимог БДН 360-92 "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень", БНіП 2.05.09-90 "Трамвайные и троллейбусные линии", ГОСТ 25869-90 "Отличительные знаки и информационное обеспечение подвижного состава пассажирского наземного транспорта, остановочных пунктов и пассажирских станций. Общие технические требования".

Вибір місця розташування зупинок покладається на підприємства міського електротранспорту і автомобільного транспорту, які здійснюють перевезення пасажирів в даному населеному пункті.

Зупинки міського транспорту класифікуються за ознаками:

- 1) виду маршрутного транспортного засобу, що користується зупинкою (автобусні, трамвайні, тролейбусні, суміщені);
- 2) типу маршрутних транспортних засобів (для звичайних, зчленованих, здвоєних та трьохвагонних транспортних засобів);
- 3) кількості маршрутних транспортних засобів, що одночасно можуть здійснювати висадку і посадку пасажирів на зупинці (одиначні, подвійні);
- 4) характеру використання зупинки (постійні - на яких маршрутні транспортні засоби зупиняються протягом всього часу роботи на маршруті; тимчасові - на яких маршрутні транспортні засоби зупиняються тільки в заздалегідь обумовлені періоди часу; "на вимогу" - на яких маршрутні транспортні засоби зупиняються тільки тоді, коли на зупинці є пасажирів, а у разі їх відсутності - коли пасажирів, що перебувають у маршрутному транспортному засобі, бажають вийти на цій зупинці, завчасно сповістивши водія відповідним сигналом);
- 5) розташування зупинки на маршруті (кінцеві, проміжні).

Для зменшення руху на стоянках, підвищення його безпеки, зменшення пішохідного руху стоянками пропонується перенесення зупинки маршрутного пасажирського транспорту від входу до супермаркету Ашан на обладнані зупиночні пункти, які розташовані на Прибережній магістралі.

Перенесення зупиночного пункту дещо збільшить (на 20-80 м в залежності від мети прибуття пасажирів) підходи до об'єктів тяжіння. Однак цей захід дозволить значно підвищити безпеку руху на стоянці біля супермаркету Ашан, а також звільнить додаткову площу для стоянки автомобілів, замість відстоювання мікроавтобусів.

Маршрутні транспортні засоби, що рухалися вулицею Запорізькою, будуть перенесені на вулицю Українська. Посадка пасажирів буде виконуватись на обладнаному зупиночному пункті на Прибережній магістралі між перехрестями вулиць Запорізької та Української. Посадка в маршрутні транспортні засоби, що рухаються в бік Південного житлового

масиву, буде виконуватись на зупиночному пункті, який розташований на Прибережній магістралі навпроти входу до торгівельного центру City Mall. На цьому ж зупиночному пункті буде виконуватись висадка пасажирів всіх маршрутних транспортних засобів, що прибувають до супермаркетів Ашан, Епіцентр та City Mall.

2.2.2 Підвищення безпеки пішохідного руху

Підвищення безпеки пішохідного руху пропонується виконати двома заходами. По-перше, забудовою підземних пішохідних переходів через Прибережну магістраль (див. п. 2.1). Це дозволить вирішити проблему переходу пішоходів до об'єктів тяжіння через магістральну дорогу безконфліктним способом.

По-друге, реорганізацією схеми руху автомобільними стоянками з виділенням чітко зазначених шляхів руху пішоходів між супермаркетами Ашан та Епіцентр. Це дозволить підвищити безпеку пішоходів на стоянці та уникнути хаотичного руху пішоходів стоянкою.

Організація пішохідного руху передбачається за допомогою дорожніх знаків, дорожньої розмітки та пішохідних огорожень для захисту пішохідного потоку від транспортних засобів.

2.2.3 Схема організації дорожнього руху на стоянках

Усунення руху маршрутного пасажирського транспорту з території стоянки та реорганізація пішохідного руху дозволять певним чином змінити схему організації дорожнього руху на стоянках.

Нова схема є більш безпечною та простою.

Рух транспорту стоянками в нових умовах передбачається за однобічною схемою руху, що дозволить збільшити пропускну спроможність

проїздів, позбавитись значної кількості конфліктів, як транспортних, так і транспортно-пішохідних.

Нова загальна схема організації дорожнього руху на стоянках наведена на слайді № 15 графічної частини магістерської роботи.

2.3 Організація дорожнього руху на перехресті Прибережної магістралі та вул. Запорізької в нових умовах

Відсутність пішохідного руху через Прибережну магістраль повинно внести певні зміни в параметри роботи світлофорного об'єкту та дозволити повернути на перехрестя можливість виконання поворотів ліворуч з Прибережної магістралі.

Потрібно виконати розрахунок елементів світлофорного циклу.

Конфліктна матриця транспортних напрямів B – це квадратна матриця, елемент якої B_{ij} дорівнює відстані від стоп-лінії транспортного напрямку i до дальньої конфліктної точки цього напрямку з траєкторіями, що входять до напрямку j (таблиця 2.3).

Значення елементів конфліктної матриці залежать від:

- геометричних параметрів перехрестя;
- розподілення траєкторій за напрямками.

Для побудови конфліктної матриці B , розглядається виконана в масштабі схема конфліктних точок (див. рис. 1.6).

Розрахунок конфліктної матриці виконується за формулою [10]:

$$B_{ij} = B_{\text{стоп-світ}} + B_{\text{світ-пч}} + B_{\text{траєктор}} , \quad (2.2)$$

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.

Усі розрахунки зведені в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Матриця конфліктних напрямів, м

Напрямки	1	2	3	4
1	X	0	21	21
2	0	X	21	21
3	30,5	-40	X	0
4	-40	30,5	0	X

Для формування схем пофазних роз'їздів з метою уникнення помилок та виникнення непорозумінь рекомендується дотримуватися наступних правил. [10]

1. На перехресті позначаються з усіх напрямків смуги та стоп-лінії, а також пішохідні переходи.

2. Стрілками прокреслюються всі можливі траєкторії руху транспортних засобів. Визначаються конфліктні точки та їх види.

Принцип 2.1. Траєкторії, що входять на перехрестя через одну і ту ж саму стоп-лінію не повинні мати між собою конфліктів 2 та 3 порядків за винятком 2.1.

Виняток 2.1. Не вважається конфліктною точка другого порядку на виїзді з перехрестя між траєкторіями, що виходять з однієї стоп-лінії, якщо вона виникла через звуження ширини проїзної частини.

3. Траєкторії поєднуються у напрями.

Принцип 3.1. Одна і та ж траєкторія може бути включеною лише до одного напрямку.

Принцип 3.2. Траєкторії, що виходять з однієї смуги перед стоп-лінією, мають разом входити до одного напрямку. Траєкторії, для яких виконання цього принципу не є можливим, скасовуються.

Принцип 3.3. Траєкторії, що входять до напрямку, не можуть мати конфліктів, окрім винятку 2.1.

Принцип 3.4. До одного напрямку можуть бути включені лише ті траєкторії, що входять на перехрестя через одну стоп-лінію.

4. Напрями поєднуються у фази.

Принцип 4.1. Напрями, введені в одну фазу, не можуть мати конфліктів 2 та 3 порядку, окрім винятку 2.1, 4.1, 4.2.

Виняток 4.1. Не є конфліктним напрям повороту праворуч або правоповоротна траєкторія, як частина напрямку з інтенсивністю руху праворуч до 120 од/год.

Виняток 4.2. Дозволяється знехтувати конфліктом лівоповоротної траєкторії як частини напрямку з інтенсивністю руху праворуч до 120 од/год із пішохідним напрямом, за яким пішоходи переходять проїзну частину, на яку виконується поворот з інтенсивністю до 900 піш/год, а також із зустрічним напрямом, крім виділеного лівоповоротного, рух за яким регулюється стрілкою додаткової секції.

Пофазний роз'їзд на перехресті змінюється додаванням до фази I лівоповоротних напрямків. Нова схема пофазного роз'їзду наведена на слайді № 16 графічної частини магістерської роботи.

Перехідний інтервал – це проміжок у світлофорному циклі, протягом якого хоч в одній сигнальній групі здійснюється перехід з зеленого на червоний сигнал та з червоного на зелений сигнал. Початок перехідного інтервалу означається блиманням сигналу, що дозволяє рух хоча б в одній сигнальній групі, а його закінчення – ввімкненням сигналу, що дозволяє рух, після чого до кінця наступного основного такту жодних змін у сигналізації не відбувається.

Перехідний інтервал призначено для проїзду перехрестя транспортними засоби, що перетнули стоп-лінію на момент ввімкнення сигналу, що забороняє рух та для безпечного завершення пішоходами проїзної частини після ввімкнення сигналу, що забороняє рух або повернення на тротуар (острівця).

При розрахунках тривалостей перехідних інтервалів застосовують метод вихідних стоп-ліній та метод дальніх конфліктних точок. Метод дальніх конфліктних точок дає менші значення інтервалів, що сприяє збільшенню пропускної спроможності перехрестя (регульованого переходу). Метод вихідних стоп-ліній сприяє забезпеченню безпеки руху.

Розрахунок перехідних інтервалів виконується за формулою [10]:

$$t_{\partial_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k}, \quad (2.3)$$

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.

Такт – це проміжок часу в світлофорному циклі, впродовж якого не змінюються сигнали на жодному світлофорі.

Такти поділяють на основні і додаткові.

Основні такти є елементами світлофорного циклу, а суміжні додаткові такти, об'єднуючись, дають перехідний інтервал.

Розрахунок фазових коефіцієнтів виконується за формулою [10]:

$$y_j^i = \frac{N_j^i}{M_j}, \quad (2.4)$$

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

Розрахунок суми фазових коефіцієнтів виконується за формулою [11]:

$$Y = \sum y_{\max}^i. \quad (2.5)$$

Розрахунок циклу регулювання виконується за формулою [10]:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y}, \quad (2.6)$$

де L_k - утрачений у циклі час, який розраховується за формулою [10]:

$$L_k = \sum_{j=1}^m (t_{\partial j} - 1), \quad (2.7)$$

Розрахунок тривалості основних тактів виконується за формулою [10]:

$$\bar{t}_3^m = \frac{\bar{y}^m}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1, \quad (2.8)$$

де $\bar{y}^m$ - фазовий коефіцієнт фази, за якої відбувається рух вздовж магістралі.

Коефіцієнти корекції розраховується за наступними формулами [10]:

$$k_1 = \frac{B/Vn + 5 - t_q^i}{t_3^i}, \quad (2.9)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i}, \quad (2.10)$$

де B – ширина проїзної частини, що перетинають пішоходи, м;
 $V_{пш}$ - швидкість руху пішоходів, м/с (згідно з ДСТУ 4092-2002 швидкість руху пішоходів приймаємо 5 км/год або 1,3 м/с).

Для спрощення весь наведений вище розрахунок елементів циклу світлофорного регулювання виконуємо за допомогою комп'ютерної програми, що розроблена на кафедрі транспортних технологій Запорізького національного технічного університету.

На першому етапі розрахунку необхідно ввести розрахункові швидкість та довжину автомобіля, зазначення “стрілок” світлофора, матрицю відстаней між стоп-лініями до дальніх конфліктних точок.

Для розрахунків приймаємо швидкість потоку автомобілів – 50 км/год. Середня довжина автомобіля у потоці залежить від складу потоку. Приймаємо – 5 м. У таблиці 2.1 наведені відстані від стоп-ліній до дальніх конфліктних точок для кожного напрямку.

Далі вводимо дані для кожної фази:

- напрямки руху;
- ширина смуги справа наліво по руху;
- інтенсивність руху прямо, направо, наліво (див. табл. 2.4);
- радіуси повороту (для виділених смуг).

Результати розрахунку на комп'ютері наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.4 - Очікувана інтенсивність руху за смугами на перехресті вул. Запорізької та Прибережної магістралі

Напрямок	Смуга	Приведена інтенсивність руху, од/год		
		праворуч	прямо	ліворуч
1	I	280	200	
	II		796	
	III		200	14
2	I	44	200	
	II		815	
	III		200	163
3	I	60	52	
	II		52	90
4	I	81	81	152

Результати розрахунків параметрів роботи світлофорного об'єкту наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результат розрахунку циклу світлофорного регулювання на перехресті вулиць Запорізької та Прибережної магістралі

Тривалості елементів циклу, с		
перехідний інтервал між фазами:	1 та 2	20
	2 та 1	9
Цикл регулювання – 68 с		
основний такт:	1	28
	2	11

На слайді № 17 графічної частини магістерської роботи наведені параметри роботи світлофорного об'єкту на перехресті вулиць Запорізької та Прибережної магістралі.

На слайді № 18 графічної частини магістерської роботи наведена пропонована схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Запорізька та Прибережної магістралі в нових умовах.

3 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

В магістерській роботі удосконалення організації руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької виконується за допомогою забудови підземних пішохідних переходів через Прибережну магістраль, організації транспорту в стані спокою біля супермаркетів Ашан, Епіцентр та торговельного комплексу City Mall, реорганізації руху на стоянках та реорганізації руху на перехресті Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою. Економічна ефективність проекту буде досягатися за рахунок зменшення транспортних затримок та підвищення безпеки руху.

Обсяг капіталовкладень для введення в дію проектних рішень має таку структуру:

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

де K_{zn} – капітальні вкладення на дорожні знаки, грн.;

K_o – капітальні вкладення на облаштування пішохідного огороження, грн.;

K_{nn} – капітальні вкладення на забудову підземних переходів, грн.

Капітальні витрати на дорожні знаки будуть складатися з витрат на їх придбання C_{zn} та витрат на їх монтаж $C_{вст.зн}$ та демонтаж $C_{дз}$, грн., тобто:

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

Кількість знаків кожної групи та їх вартість, які передбачені у новій схемі організації дорожнього руху наведені у зведеній таблиці 3.1.

Витрати на монтаж дорожніх знаків розраховуються за формулою, грн:

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

де $C_{I\text{ зн}}$ – витрати на монтаж (демонтаж) одного дорожнього знаку (430 грн.);

$K_{зн}$ – кількість передбачених до встановлення знаків у проектній схемі організації дорожнього руху.

Таблиця 3.1 – Кількість та вартість дорожніх знаків*

№ знака	Знаки, які необхідно придбати		
	кількість	ціна за одиницю	вартість
2.3	1	566	566
	Знаки, які необхідно демонтувати		
5.35	16	430	6880
5.16	6	430	2580
Всього	23		10026

* - вартість дорожніх знаків вказана згідно з Signal.biz.ua.

$$C_{вст.зн} = 430 \cdot 1 = 430 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 566 + 430 + 9460 = 10456 \text{ грн.}$$

За даними “ЕЛУАД” вартість спорудження 1 м пішохідної огорожі складає 600 грн.

Загальна довжина пішохідної огорожі, яка буде встановлюватись на перехресті та в районі стоянок (див. пропоновану схему організації дорожнього руху) становить близько 300 м.

$$K_o = 600 \cdot 300 = 180000 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення на будівництво підземного пішохідного переходу:

$$K_{\text{м}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{зр}} + K_{\text{об}}, \quad (3.4)$$

де $K_{\text{пр}}$ – вартість проектних розробок, грн. (згідно даних сайту ДОРНДІПРОЕКТу $K_{\text{пр}} = 120000$ грн.);

$K_{\text{зр}}$ – вартість земляних робіт, грн.;

$K_{\text{об}}$ – вартість облаштування підземного переходу.

За даними “ЕЛУАД” вартість земляних робіт обсягом 1 м^3 складає 1870,3 грн.

Обсяг земляних робіт при будівництві підземних переходів згідно п. 2.2.2 складає 570 м^3 .

$$K_{\text{зр}} = 1870,3 \cdot 570 = 1066071 \text{ грн.}$$

Згідно даних сайту www.budportal.ua середня вартість облаштування підземних об’єктів становить 4672 грн за 1 м^2 . За даними таблиці 2.2 загальна площа підземних переходів – 228 м^2 .

$$K_{\text{об}} = 4672 \cdot 228 = 1065216 \text{ грн.}$$

Таким чином, капітальні вкладення на будівництво підземних переходів складе:

$$K_{\text{м}} = 120000 + 1066071 + 1065216 = 2251287 \text{ грн.}$$

Таким чином, капітальні вкладення у проєкті:

$$K = 10456 + 180000 + 2251287 = 2441743 \text{ грн.}$$

Для обґрунтування економічної доцільності впровадження пропонуваної організації дорожнього руху необхідно визначити витрати на експлуатацію технічних засобів. В загальному випадку витрати на їх експлуатацію визначаються за формулою:

$$C_{\text{експл}} = C_p + C_a, \quad (3.5)$$

де C_p – витрати на поточний та профілактичний ремонт, обслуговування обладнання та споруд системи, грн.;

C_a – витрати на амортизаційні відрахування, грн.

Витрати на поточний та профілактичний ремонт, обслуговування обладнання та споруд системи розраховуються як:

$$C_p = K_{\delta} \cdot n_p / 100, \quad (3.6)$$

де K_{δ} – балансова вартість обладнання та споруд (дорожні знаки, пішохідна огорожа, пішохідний перехід), грн.;

n_p – норма відрахувань на поточний ремонт та утримання обладнання, % ($n_p = 5\%$).

$$C_p = 2441743 \cdot 5 / 100 = 122088 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію розраховуємо за формулою:

$$C_a = K_{\delta} \cdot n_a / 100, \quad (3.7)$$

де n_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення та ремонт споруд, % ($n_a = 24\%$).

$$C_a = 2441743 \cdot 24 / 100 = 586019 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на експлуатацію і обслуговування об'єктів:

$$C_{\text{експл}} = 122088 + 586019 = 708107 \text{ грн.}$$

Крім того, у поточні витрати також необхідно включити витрати на щорічне нанесення розмітки. Вартість нанесення розмітки приведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Витрати на розмітку

Тип розмітки	Одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
1.1	м ²	63	85	5355
1.3	м ²	7,5		637,5
1.5	м ²	7,5		637,5
1.6	м ²	1		85
1.8	м ²	0,5		42,5
1.12	м ²	16		1360
1.13	м ²	14		1190
1.14.1	м ²	36		3060
1.20	м ²	6		510
1.30	м ²	4		340
Всього				13218

Поточні витрати проекту організації дорожнього руху складають:

$$C_{\text{поточ}} = 708107 + 13218 = 721325 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість втрат від ДТП на існуючій схемі руху, враховуючи статистичні дані за останній рік. Маючи інформацію про кількість дорожньо-транспортних пригод з загибеллю людей K_z , з пораненням людей K_n та матеріальними збитками K_m , розраховуємо збитки від ДТП на ділянці вулично-дорожньої мережі:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = K_z \cdot C_z + K_n \cdot C_n + K_m \cdot C_m, \quad (3.8)$$

де C_z , C_n , C_m – народногосподарські збитки від ДТП відповідно з загибеллю, пораненням людей та матеріальними збитками, грн.

При виконанні розрахунків приймаємо $C_z = 200000$ грн; $C_n = 150000$ грн; $C_m = 100000$ грн.

Кількість ДТП за розрахунковий період $K_z = 2$, $K_n = 3$, $K_m = 6$.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = 200000 \cdot 2 + 150000 \cdot 3 + 6 \cdot 100000 = 1450000 \text{ грн.}$$

Збитки від ДТП після впровадження проекту визначаються шляхом корегуванням збитків від ДТП при існуючій схемі організації дорожнього руху на коефіцієнти ефективності та зменшення втрат (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти зниження втрат від ДТП

Заходи проекту	Значення
встановлення дорожніх знаків	0,15
нанесення горизонтальної розмітки перехрестя	0,23
забудова підземних переходів	0,76
встановлення пішохідної огорожі	0,23

Сумарний коефіцієнт зниження витрат від ДТП розраховується за формулою:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1) (1 - k_2) (1 - k_3) \dots (1 - k_n). \quad (3.9)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,15) \cdot (1 - 0,23) \cdot (1 - 0,76) \cdot (1 - 0,23) = 0,88$$

Тоді зменшення витрат від ДТП розраховуємо за формулою:

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = \Delta k \cdot C_{\text{ДТП}}^i. \quad (3.10)$$

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,88 \cdot 1450000 = 1276000 \text{ грн.}$$

Умовна річна економія E досягається також за рахунок зниження транспортних затримок на перехресті:

$$E = 0,2(C_{\text{тр}}^p - C_{\text{тр}}^{\text{нр}}) + C_{\text{дтп}} - C_{\text{ном}}, \quad (3.11)$$

де $C_{\text{тр}}^p, C_{\text{тр}}^{\text{нр}}$ – вартість затримки транспортних засобів на напрямках в базовому та проектному варіантах відповідно, грн.

Розрахунок річних витрат, що пов'язані з затримкою транспортних засобів на перехрестях виконується за формулою:

$$C_{\text{тр}} = S \cdot Z, \quad (3.12)$$

де S – середня вартість однієї машино-години (для легкового автомобіля – 333 грн.; для мікроавтобуса – 400 грн.; для автобуса – 770 грн.; для вантажівки – 550 грн.), грн.;

Z – затримка автомобілів за рік, год.

В таблиці 3.4 наведені дані значень затримок транспортних потоків та пасажирів на перехресті, що розглядалося. Кількість цих затримок розрахована за допомогою програми СФР, розробленої на кафедрі транспортних технологій ЗНТУ.

Таблиця 3.4 – Затримки транспортних потоків та пасажирів

№	Затримки, год		Вартість затримок, грн	
	було	стане	було	стане
1	46317	32175	5760588	3507059

Таким чином, річна економія складе:

$$E = 0,2(5760588 - 3507059) + 1276000 - 721325 = 1005381 \text{ грн.}$$

Для визначення ефективності проекту розраховуємо чистий дисконтований прибуток за формулою:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.13)$$

де E_t – економія від впровадження проекту за рік t , грн.;
 K_t – капіталовкладення у проект, грн. (тільки для першого року);
 C_t – витрати на проект за рік, грн.;
 i – ставка дисконту, % (для даного проекту $i = 24\%$);
 t – тривалість проекту, ($t = 3$ роки).

Для розрахунку чистого дисконтованого прибутку складаємо таблицю 3.5.

Враховуючи що інтенсивність руху щороку зростає, зменшуємо економію кожен рік на 5%.

Таблиця 3.5 – Чистий дисконтований прибуток

Рік	Економія від впровадження проекту	Капітало-вкладення у проект	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований прибуток
0	1005381	2441743	1	-1436362
1	955112	-	0,8065	770298
2	907357	-	0,6504	590145
3	861989	-	0,5245	452114
				376195

Таким чином, капіталовкладення у пропоновані рішення окупаються вже на третьому році. Введення пропонованих рішень не тільки забезпечує підвищення безпеки руху, але є економічно виправданим та доцільним.

Величини витрат та економія від впровадження пропонованих рішень, строк окупності та інші показники економічної ефективності представлені у таблиці 3.6. Також всі техніко-економічні показники представлені на слайді № 19 графічної частини.

Таблиця 3.6 – Техніко-економічні показники

Показники	Величина	
	до впровадження	після впровадження
1. Капітальні вкладення, грн.	-	2441743
2. Витрати від ДТП, грн.	1450000	174000
3. Економія від зменшення ДТП, грн.	-	1276000
4. Поточні експлуатаційні витрати, грн.	-	721325
5. Витрати від затримок руху, грн.	576058 8	3507059
6. Економія від впровадження, грн.	-	1005381
7. Чистий дисконтований прибуток, грн.	-	376195
8. Строк окупності капіталовкладень, рік	-	3

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення організації та підвищення безпеки руху автомобільного транспорту в районі перехрестя Прибережної магістралі та вулиці Запорізької м. Запоріжжя» розглядаються питання організації безпечного руху автомобільного транспорту на зазначеному перехресті та в стані спокою біля великих об'єктів притягнення - супермаркетів Ашан, Епіцентр та СітіМол.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Дослідник під час збору матеріалу знаходиться безпосередньо на об'єкті дослідження, де потрапляє тим чи іншим чином в потенційно небезпечні ситуації. Аналіз виявив наступні потенційні небезпеки при виконанні досліджень автомобільного руху на стоянках біля супермаркетів та на перехресті:

- 1) основною небезпекою на стоянках біля супермаркетів Ашан та Епіцентр є одночасний рух пішоходів та автомобілів однією територією, що може призвести до наїздів на пішоходів та їх травмування;
- 2) можливість наїзду транспортних засобів на людей при русі їх через проїжджу частину Прибережної магістралі поза межами пішохідних переходів підвищує загальну небезпеку руху на всій ділянці, що розглядається та збільшує вірогідність виникнення ДТП;
- 3) безпосереднє розташування зупинок пасажирського маршрутного транспорту (автобусні маршрути №№ 23, 31, 54, 93) на стоянці автомобілів призводить до скупчення пішоходів і пасажирів на території автостоянки, що

є небезпечним та небажаним і може призвести до наїздів автомобілів на пішоходів;

4) потужні транспортні потоки (інтенсивність руху на перехресті складає більше 3000 автомобілів у пікові години) є джерелами шуму, який шкідливо впливає не тільки на людей, які знаходяться поруч з перехрестям, а й на оточення в цілому;

5) рух будь-якого транспортного потоку є джерелом негативного впливу на оточення, який проявляється в забрудненні атмосфери вихлопними газами автомобілів, що при довгостроковому впливі може призвести до погіршення стану дослідника;

6) при знаходженні на відкритому повітрі дослідник піддається негативному впливу зміни температури в різні пори року – взимку можливе охолодження, а в літку, навпаки, значне підвищення температури повітря, що також може негативно впливати на його стан;

7) при недостатньому освітленні пішохідних переходів можливі наїзди в наслідок погіршення умов видимості для учасників руху, як для пішоходів, яким в умовах недостатнього освітлення важче вибрати безпечні траєкторії руху, так і для водіїв автомобілів, які в таких умовах можуть не бачити пішоходів, дорожніх споруд, тощо;

8) під час нанесення та поновлення дорожньої розмітки на території перехрестя та автомобільної стоянки можуть використовуватися різні маркувальні матеріали, які є пожежонебезпечними речовинами і можуть призвести до виникнення пожежі в разі порушення правил пожежної безпеки під час нанесення розмітки;

9) при неправильній організації стійкості роботи на промисловому об'єкті можливе збільшення кількості постраждалих при виникненні надзвичайної ситуації .

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Для підвищення рівня безпеки на стоянках біля супермаркетів Ашан та Епіцентр передбачається розробка схеми руху автомобілів стоянкою з зазначенням шляхів пересування водіїв та пасажирів автомобілів до об'єктів тяжіння. Така схема дозволяє уникнути хаотичного руху на стоянці, а відповідно підвищує рівень безпеки стоянки. Для об'єктів проектування розроблені відповідні схеми, що наведені на слайді № 15 графічної частини магістерської роботи.

2. Для запобігання наїзду на пішоходів при їх русі через проїжджу частину Прибережної магістралі поза межами пішохідних переходів запропоновано встановлення пішохідної огорожі безпосередньо з обох боків на розділовій смузі, яка не призначена для руху транспорту, після перехрестя з вулицею Запорізькою. Встановлення огорожі, її тип та розміри відповідають ДСТУ Б В.2.3-10-2003 «Споруди транспорту. Огородження дорожнє парпетного типу. Загальні технічні умови».

3. Для підвищення рівня безпеки руху передбачено віднесення зупиночних пунктів автобусних маршрутів за територію автомобільної стоянки безпосередньо на проїжджу частину Прибережної магістралі, де мається заїзна кишеня та обладнаний зупиночний пункт. Це дозволить значно скоротити кількість пішоходів на території стоянки, запобігти можливому руху пасажирів проїжджою частиною стоянки під час посадки та висадки та підвищити загальну безпеку на стоянці.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

4. Рівень шуму на перехресті та стоянці повинен задовольняти норми ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Потужним засобом боротьби із шумом транспортних потоків є заборона транзитного та вантажного руху. Нажаль це неможливо зробити на території перехрестя, бо Прибережна магістраль саме й потрібна для пропуску транзитного потоку через місто Запоріжжя та відведення вантажного транспорту з центральних вулиць міста. Однак така заборона можлива й реалізується по вулиці Запорізькій та на території автомобільної стоянки. Для під'їзду вантажного транспорту супермаркети повинні мати спеціальні окремі від стоянки проїзди.

Також частково як метод боротьби із шумом може розглядатися наявність дерев повздовж проїжджої частини Прибережної магістралі.

5. Зазначене вище обмеження руху вантажного транспорту направлене також для зменшення впливу транспортного потоку на атмосферу через шкідливі викиди відпрацьованих газів автомобільних двигунів. Це значно знижує рівень забруднення повітря.

Як міру боротьби зі шкідливими викидами, можна розглядати удосконалення схеми руху транспорту на перехресті та стоянці, яка виключає перепробіги автомобілів стоянкою та час знаходження на перехресті, а, відповідно, знижує їх вплив на оточення.

Також пропонується розташувати периметром стоянки інформаційні щити про заборону знаходження на стоянці автомобіля з увімкненим двигуном довше за 5 хвилин. Це також дозволить скоротити концентрацію вихлопних газів на території об'єкту дослідження.

6. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» визначає оптимальні і допустимі метеорологічні умови для робочої зони і враховує пору року, складність виконуваних робіт і надлишок тепла.

Невиконання вимог веде до зниження працездатності та підвищення травматизму. Тому передбачається в холодний період року використання теплового одягу, шапки та взуття для запобігання переохолодження дослідника. В теплий період року обладнуються захищені від прямих сонячних променів

місця для відпочинку. В цей час доречно дослідникові мати бавовняний одяг для покращення теплообміну.

7. Освітлення перехрестя та стоянки виконується за допомогою зовнішніх освітлювальних приладів згідно з ДСТУ 3587 – 97 «Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану». Згідно вимогам цього документу світловий потік однієї лампи повинен забезпечувати номінальну освітленість поверхні дороги для автомобілів $E_n = 15$ лк. Виходячи з цього для освітлення ділянки дороги вибираємо світильники типу ЖКУ 16-250 консольні. Висота від світильника до поверхні дороги $h = 12$ м. Тип ламп ДНАТ-250 – це лампа високого тиску (газорозрядна), яка забезпечить потрібне освітлення дороги – 15 лк.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

8. Нанесення розмітки виконується спеціальними маркувальними матеріалами, практично всі з яких є вогнебезпечними.

Для можливості боротьби з вогнем в місцях проведення робіт з нанесення розмітки передбачається використання вогнегасників. Кожен вогнегасник підвішується або встановлюється на видному місці на такій висоті, щоб людина могла вільно, легко і швидко його зняти (але не вище 1,5 м від підлоги до днища вогнегасника). Згідно НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України» та ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» як засоби для пожежогасіння маркувальних матеріалів під час нанесення дорожньої розмітки використовуються вогнегасники ВП-5, ВВК-5, ВВК-3,5, а також пісок та азбестове полотно.

Кожна одиниця легкової автомобільної техніки комплектується вогнегасником ВП-2.

4.5 Стійкість роботи промислових об'єктів в надзвичайних ситуаціях

Під стійкістю роботи промислового об'єкту розуміють його спроможність в умовах надзвичайних ситуацій випускати продукцію в запланованому обсязі та номенклатурі, а при отриманні середнього ступеню руйнувань або порушенні зв'язків з кооперацією та поставок відновлювати виробництво у мінімально стислі терміни.

Під стійкістю промислового об'єкту розуміють спроможність усього інженерно-технічного комплексу підприємства, тобто будівель, споруд, верстатного та технологічного устаткування, транспортних і технічних комунікацій, протистояти руйнівній дії надзвичайних ситуацій.

На стійкість роботи промислового об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій впливають наступні чинники:

- надійність захисту робітників та службовців;
- спроможність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти у визначеному ступені уражуючим чинникам стихійного лиха, аварій, катастроф та сучасних видів зброї;
- захищеність об'єкта від вторинних уражуючих чинників (пожеж, вибухів, зараження отруйними речовинами тощо);
- надійність забезпечення об'єкта всім необхідним для виробництва;
- стійкість та безперервність управління виробництвом та цивільною обороною;
- підготовленість об'єкта до ведення рятувальних робіт.

Вищезазначені чинники є основними загальними для усіх промислових об'єктів.

Шляхи підвищення стійкості роботи в умовах надзвичайних ситуацій:

- забезпечення надійного захисту робітників та службовців від уражуючих чинників застосування сучасної зброї, аварій, катастроф і стихійного лиха;
- захист основних виробничих складових від уражуючих чинників, в тому числі і від вторинних, які виникають в умовах надзвичайних ситуацій;
- стійке забезпечення всім необхідним для випуску запланованої продукції;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва;
- підвищення надійності та оперативності управління виробництвом та цивільним захистом.

Захист робітників та службовців досягається 4 основними способами:

- укриття людей в захисних спорудах;
- проведення евакозаходів;
- радіаційно-хімічний захист;
- медичний і біологічний захист.

Надійно захистити виробничий персонал об'єкта можливо лише при комплексному використанні всіх основних способів захисту. Захист виробничих фондів полягає у підвищенні стійкості будівель, споруд і конструкцій об'єкта до уражуючих чинників та захисті технологічного обладнання, верстатів, систем і комунікацій та інших засобів, що формують основу виробничого процесу.

Створення надійних систем електро-, водо-, та тепло забезпечення об'єктів:

- а) підвищення стійкості електрозабезпечення:
 - розподіл схеми електромережі на незалежно працюючі частини;
 - закілювання електромереж та підключення їх до декількох джерел енергозабезпечення;
- створення резерву ДЕС.

б) підвищення стійкості систем водопостачання

- водопостачання від двох незалежних джерел, одне з яких підземне;
- захист вододжерел та резервуарів чистої води;
- створення обвідних ліній навколо водонапірних веж.

в) підвищення стійкості систем газо-, тепло-, та паливозабезпечення

- розподільні газопроводи робити підземними;
- газорозподільні станції та опорні пункти обвідних газопроводів передбачати в підземному варіанті;
- встановлювати в основних вузлових точках систем газозабезпечення автоматичні вимикачі.

Підвищення протипожежної стійкості:

- максимальне скорочення запасів паливо- та вибухонебезпечних речовин;
- проведення протипожежних заходів;
- підготовка сил і засобів пожежогасіння.

Висновки до розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях».

В розділі розглянуті питання підвищення безпеки в районі перехрестя Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою. Особлива увага приділена питанням безпеки на автомобільних стоянках, розташованих поруч з перехрестям.

Розглянуті питання попередження виникнення ДТП на перехресті та стоянках, запропоновано упорядкування руху на стоянках. Розроблені заходи попередження виходу пішоходів на проїжджу частину поза межами пішохідних переходів.

Реорганізовано рух маршрутного пасажирського транспорту, запропоновано віднесення зупиночних пунктів за межі автомобільних стоянок.

Розглянуті питання боротьби із шумом автомобільних транспортних потоків, боротьби із наслідками шкідливих викидів відпрацьованих газів автомобільних двигунів.

Визначені умови безпечного дослідження ділянки при різних температурних режимах року. Запропоновані заходи щодо поліпшення умов освітлення ділянки в темний період доби.

Розглянуті питання протипожежної безпеки та цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

Завдання на магістерську роботу передбачало дослідження умов руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької та розробку заходів із поліпшення організації руху на цьому перехресті, підвищення його безпеки. У цьому напрямку було здійснено наступні заходи:

- запропоновано забудову підземного пішохідного переходу через Прибережну магістраль;
- запропоновано використання пішохідної огорожі в місцях можливого хаотичного руху пішоходів;
- запропоновано зміни руху на стоянках за одnobічною схемою;
- запропоновано віднесення з території стоянок руху маршрутного пасажирського транспорту;
- розраховано параметри роботи світлофорного об'єкту на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької в нових умовах.

Впровадження проекту дозволить вирішити проблему пропускної спроможності перехрестя Прибережної магістралі з вулицею Запорізькою, збільшити потужність стояночного комплексу до 250 місць, спростити схему руху стоянками, значно підвищити рівень безпеки пішохідного руху на стоянці та на підходах до неї. Поліпшення умов руху та організації транспорту дасть певний економічний ефект.

Організація транспорту за новою схемою та в стані спокою та призведе до зменшення транспортних затримок та витрат від них більш ніж на 1 млн. грн.

Отже, пропоновані рішення не тільки можливі, але й необхідні для підвищення безпеки руху та поліпшення організації руху на перехресті Прибережної магістралі та вулиці Запорізької.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения [Текст]: Учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1992. - 207 с.
2. Гаврилов Е.В. Системологія на транспорті [Текст]: 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.
3. Государственные строительные нормы Украины. ДБН 360-92. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Текст].
4. Государственные строительные нормы Украины. ДБН В.2.3-4-2000. Сооружения транспорта. Автомобильные дороги [Текст].
5. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов [Текст]/ М.С. Фишельсон – М.: Высшая школа, 1985. - 239 с.
6. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.3-5-2001. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів [Текст].
7. Національний стандарт України. ДСТУ 4092. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки [Текст].
8. Правила дорожного движения Украины [Текст]. – Харьков: Светофор, 2016. – 88 с.
9. Методичні рекомендації по застосуванню дорожніх знаків, дорожньої розмітки і маршрутному орієнтуванню розроблені на основі вимог ДСТУ 4100-2002 „Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування”, ДСТУ 2587-94 „Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування” [Текст].
10. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения [Текст] / Ю.А. Кременец – М: Транспорт, 1990. – 255 с.

- 11.Самойлов Д.С. Организация и безопасность городского движения [Текст] / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский - М.: Высшая школа, 1981. - 256 с.
- 12.Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни „Екологічні характеристики схем організації дорожнього руху” [Текст], на тему „Екологічна характеристика руху транспортного потоку на ділянці міської магістралі”, для студентів спеціальності „Організація дорожнього руху” / В.М. Богаченко, О.О. Бакуліч, О.В. Красильнікова. – К.: КАДІ, 1993 – 28с.
- 13.ДСТУ 4092-2002 Світлофори дорожні [Текст].
- 14.ДСТУ 4100-2002 „Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування”[Текст].
- 15.ДСТУ 2587-2010 „Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування”[Текст].
- 16.ДСТУ 4159-2003 Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах [Текст].
- 17.ДБН В.2.3-4 – 2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги [Текст].
- 18.Аксенов В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения [Текст] / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.
- 19.Стандарт УКРАВТОДОР. СОУ 45.2-00018112-006:2005. Безпека дорожнього руху. Порядок огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг [Текст].
- 20.ДНАОП-5.1.14-1.1-96 Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг та на інших об'єктах дорожнього господарства [Текст].
- 21.ДНАОП 0.00-1.28-97 “Правила охорони праці на автомобільному транспорті” [Текст].