

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПОЛІПШЕННЯ ДОРОЖНІХ УМОВ ПО ВУЛ. ЧУМАЧЕНКА ПРИ
ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ НА ТРОЛЕЙБУСНОМУ
МАРШРУТІ №14 У М. ЗАПОРІЖЖІ

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи T-310 сп

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

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


_____ Артем ПРОЦ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник  Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Рецензент  Олександр АРТЮХ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«10» травня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ПРОЦА Артема Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Поліпшення дорожніх умов по вул. Чумаченка при організації перевезень пасажирів на тролейбусному маршруті №14 у м. Запоріжжі

керівник проекту (роботи) ТРУШЕВСЬКИЙ Вячеслав Едуардович

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

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

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

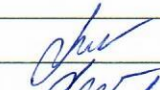
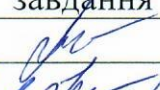
3. Вихідні дані до проекту (роботи) паспорт тролейбусного маршруту №14, існуюча вулично-дорожня мережа, статистика дорожньо-транспортних пригод, існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Визначення параметрів світлофорного регулювання в локальному режимі, 2.2 Розробка схеми дислокації технічних засобів регулювання дорожнього руху на перехрестях, 3. Соціально-економічна частина

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

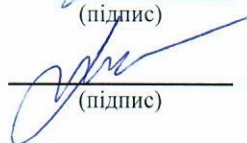
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації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

Студент(ка)


(підпис)

Артем ПРОЦ
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 59 стор., 24 табл., 6 рис., 13 джерел.

ЕКОНОМІЯ, КЛЮЧОВЕ ПЕРЕХРЕСТЯ, ЛОКАЛЬНИЙ РЕЖИМ,
УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ, ТЕРМІН ОКУПНОСТІ,
ТРАНСПОРТНІ ЗАТРИМКИ, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД

Об'єкт дослідження – ділянка вулично-дорожньої мережі, що складається з вул. Чумаченка та вул. Північнокільцевій, та включає два перехрестя: вул. Космічна – вул. Чумаченка, вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева.

Мета роботи – створення проекту автоматизованої системи управління дорожнім рухом на заданій ділянці вулично-дорожньої мережі.

Метод дослідження – аналітичний.

У дипломній роботі передбачається вирішення наступних задач: розрахунок параметрів світлофорного регулювання перехресть з використанням ЕОМ в ізольованому режимі роботи, схеми дислокації технічних засобів дорожнього руху; проведення оцінки ефективності впровадження заходів організації дорожнього руху.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Опис населеного пункту, де знаходиться ділянка проєктування	7
1.2 Дослідження району проєктування.....	9
1.3 Дорожньо-транспортна ситуація на об'єкті проєктування.....	11
1.4 Аналіз дорожньо-транспортних пригод.....	15
1.5 Дослідження інтенсивності дорожнього руху.....	19
1.6 Дослідження швидкості руху.....	23
1.7 Визначення недоліків та постановка задач дипломної роботи...	24
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	26
2.1 Визначення параметрів світлофорного регулювання в локальному режимі.....	26
2.2 Розробка схеми дислокації технічних засобів регулювання дорожнього руху на перехрестях	35
3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	43
3.1 Визначення розмірів капітальних вкладень.....	43
3.2 Визначення розмірів річних експлуатаційних витрат.....	51
3.3 Річні витрати від ДТП та термін окупності.....	54
Висновки.....	58
Перелік джерел посилання.....	59

ВСТУП

Збільшення кількості транспортних засобів змушує відшукувати шляхи вирішення проблем, пов'язаних з підвищенням рівня автомобілізації. Зі збільшенням завантаженості на підходах магістральних перехресть підвищується кількість непродуктивних зупинок і гальмувань в потоці, рівень транспортних затримок, зростає загазованість та забруднення навколишнього середовища, рівень транспортного шуму. [1]

При виборі заходів по реорганізації дорожнього руху необхідно комплексно оцінити всі небезпеки та недоліки вже існуючої схеми технічних засобів організації дорожнього руху (ТЗОДР) та обрати найбільш оптимальний варіант реконструкції.

Застосування автоматизованої системи управління дорожнім рухом (АСУДР) – це один з шляхів розв'язання задач з організації дорожнього руху. В даний час координоване регулювання транспортних потоків визнане найбільш прогресивним методом організації дорожнього руху. Особливістю цього методу є те, що між світлофорними об'єктами з рівними (за рідким виключенням) циклами регулювання встановлюється взаємозв'язок і при цьому забезпечується включення зелених сигналів світлофорів до моментів прибуття до них впорядкованих груп транспортних засобів, що рухаються із заданою швидкістю [2].

Впровадження АСУДР додає руху певний «груповий ритм руху» та дозволяє скоротити затримки транспорту, що призводить до підвищення швидкості руху, зменшення часу руху, зниження витрат палива, зменшення рівня загазованості та шуму, зменшення роздратованості та втомленості водіїв, що, в свою чергу, позитивно відображається на безпеці руху, знижуючи ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди (ДТП).

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 ОПИС НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ, ДЕ ЗНАХОДИТЬСЯ ДІЛЯНКА ПРОЕКТУВАННЯ

Місто Запоріжжя, як і Запорізька область, має переважно рівнинний рельєф, знаходиться у степовій зоні, серед ґрунтів найяскравіше виражені звичайні чорноземи, що характеризуються великим вмістом гумусу, а, отже, родючістю ґрунтів. Середня висота над рівнем моря становить 50 м. Найвища точка знаходиться на Бабурці в Хортицькому районі і підноситься на 105 м.

Запоріжжя розкинулося на обох берегах р. Дніпро, тим самим розділяючи територію міста на право- та лівобережну частини. Після греблі русло Дніпра ділиться на дві частини – Старий і Новий Дніпро. Між ними знаходиться острів Хортиця. Він є національним заповідником ще з часів СРСР, а в незалежній Україні заповідник «Хортиця» занесено до Державного реєстру нерухомих пам'яток України як пам'ятку національного значення. Національний заповідник «Хортиця» – єдина комплексна історико-культурна та природна пам'ятка, яка охоплює період історії людства з часів палеоліту (35 тис. років назад) до XX ст. На його території нараховується 63 пам'ятки археології та історії. У межах міста протікають ще й невеликі річки Суха і Мокра Московка, Кушугум, Верхня Хортиця, що впадають у Дніпро.

Металургійний комплекс представлений підприємствами чорної і кольорової металургії, зокрема акціонерними товариствами «Запоріжсталь», «Дніпроспецсталь», «Запорізький завод феросплавів», «Запорізький сталепрокатний завод», «Запорізький титано-магнієвий комбінат», «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат», «Запоріжнерудпром», «Запоріжжкокс», «Укрграфіт».

В сфері машинобудування найбільш важливими підприємствами є такі: «Запорізький автомобілебудівний завод», центр авіаційного двигунобудування «Мотор Січ», «Завод підйомнотранспортних машин»

(ТОВ «ЗПТМ»), «Запоріжтрансформатор», завод «Перетворювач», «Запорізький абразивний комбінат», електровозоремонтний завод, «Запорізький суднобудівельний-судноремонтний завод», «Запорізький завод важкого кранобудування», «Запорізький механічний завод», розробник авіадвигунів ЗМКБ «Прогрес», розробник і творець радіолокаційних станцій КП НВК «Іскра», ДП «Радіоприлад».

Для забезпечення потреб населення у перевезеннях в місті функціонують різноманітні види транспорту, такі як: автомобільний, залізничний, річний, повітряний та трубопровідний. Пасажирські перевезення в місті Запоріжжя забезпечують 2 трамвайних депо, 2 тролейбусних парки, 43 автотранспортних підприємства різних форм власності (2 відкритих акціонерних товариства, 1 закрите акціонерне товариство, 29 товариств з обмеженою відповідальністю, 10 інших суб'єктів підприємницької діяльності, ЗКПМЕТ «Запоріжелектротранс») та ДП «Адміністрація річкових портів» у період навігації.

Рух громадського транспорту забезпечують 10 трамвайних, 8 тролейбусних та 113 автобусних маршрутів. На території міста також працюють річковий порт та річковий вокзал, що забезпечують пасажирське та вантажне сполучення в басейні Дніпра, аеропорт.

Запорізький залізничний вузол утворюється перетином двох магістральних ліній: Москва-Харків-Запоріжжя-Сімферополь і Кривий Ріг-Запоріжжя-Донбас. Перший напрямок обслуговується з-д вокзалом Запоріжжя-1, а другий – Запоріжжя-2. Зовнішні автобусні перевезення пасажирів здійснюються трьома автостанціями. Мережа автодоріг пов'язує місто з різними областями України. До важливих магістралей, що проходять через місто Запоріжжя відносяться: Оріхівське шосе (регіонального значення), траса Запоріжжя – Донецьк (національного значення), автомагістраль Харків – Симферополь (міжнародного значення). Крім цього, магістраль місцевого значення – Набережна, яка виходить на міст

Преображенського, який через вулицю Таганського з'єднується з трасою національного значення Запоріжжя – Дніпропетровськ.

1.2 ДОСЛІДЖЕННЯ РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ

У Запоріжжі в 1962 р. поблизу автомагістралі Харків – Сімферополь почали зводити перший великий мікрорайон, який назвали Космічним. Поступово будувалися нові квартали та в 1977 р. офіційно було утворено нову адміністративну одиницю міста – Комунарський район.

Комунарський район – один з найчистіших в екологічному плані частин міста – тут 2241 га зелених насаджень, 55,8 га газонів. Це 8 скверів, 5 куточків відпочинку, шість зелених зон та Дитяча залізниця – центр навчання та відпочинку дітей із живим куточком, зимовим садом, тераріумом, акваріумом та гуртками.

Найбільшим сквером району є сквер ім.Гагаріна. Його площа складає 107950 м². В сквері розміщуються три розважальні центри, а в двох з них знаходяться нічні клудби. Також на його території є великий торговий цент «Варус» та ринок «Космічний». Спільними зусиллями районної адміністрації та приватних підприємців у сквері влаштовано „Алею закоханих” біля приміщення районного РАЦСу, діє танцювальний майданчик для ветеранів, проведено внутрішню мережу освітлення. На алеях встановлено лавочки та урни. Також, звичайно, в сквері присутні декілька дитячих майданчиків. Один з них побудований ще за часів СРСР з персонажами з дитячих казок, інший сучасний майданчик побудований в 2011 році, крім цього літом з'являється майданчик з переносними та надувними формами біля дитячого кафе «Карлсон».

Система освіти району включає 20 дошкільних навчальних закладів, 18 середніх загальноосвітніх закладів, декілька вищих та середньотехнічних

навчальних закладів. Сфера торгівлі представлена ринками, а також чисельними супермаркетами, один з яких має цілодобовий графік роботи.

Комунарський район – залізничні та автомобільні ворота міста. Через вокзал "Запоріжжя-І" влітку щодобово проходять 65 пасажирських та 25 приміських поїздів, протягом року обслуговуються понад 13 млн. пасажирів. Автобусний вокзал забезпечує транспортний зв'язок з містами області та всієї України. На території району знаходяться 3 магістральні вулиці регульованого руху загальноміського значення, 11 магістральних вулиць регульованого руху районного значення.

Вулиця Космічна має вихід на декілька магістралей: Оріхівське шосе, трасу Запоріжжя – Донецьк та Харків – Сімферополь. За допомогою маршрутного орієнтування (знаку 5.52 «Попередній показник напрямку»), на якому позначається напрямок на Дніпропетровськ та Кіровоград, здійснюється виїзд на Набережну магістраль з цих автодоріг, яка надалі має вихід до траси національного значення Запоріжжя – Дніпропетровськ.

В другій половині 70-х років була побудована об'їзна Набережна магістраль, основною задачею якої стало розвантаження двох головних вулиць міста – пр. Леніна та вул. Перемоги від транзитного транспорту. З кінця 90-х рр. почалася активна забудова прилеглих до магістралі територій. Планувалося, що крім Набережної магістралі буде побудовано Південний міст, головною задачею якого було б переправлення всього транзитного транспорту з Кривого Рогу та Дніпропетровська. Міст повинен був пройти через с. Розумовку, с. Балабино та вийти прямо на трасу Москва – Сімферополь. [12] В 2011 році знову було поновлено розмови в зв'язку з можливим будівництвом Південного моста, але вже на початку 2012 р. було прийнято рішення про відмову від даного проекту. Основною причиною цього стала потенційна загроза екосистемі острова Хортиця, що виникне при будівництві та експлуатації Південного мосту. [11]

Таким чином, при наявності цих двох об'єктів транзитний транспорт проходив би майже не заходячи в місто. На даний час, транзитний транспорт

використовує для проїзду через місто такі вулиці Комунарського району: вул. Космічну, вул. Радгоспну, вул. Чумаченка, вул. Коомарова, вул. Північнокільцеву, вул. Парамонова та Набережну магістраль.

Є три варіанти проїзду через Космічний мікрорайон. Перший – по вул. Космічній зі здійсненням лівого повороту на вул. Радгоспну. Він є несприятливим з точки зору безпеки дорожнього руху. Дане перехрестя є місцем концентрації ДТП. Також далі за рухом на перехресті вул. Радгоспна з вул. Магара теж місце концентрації ДТП (МК ДТП). Другий варіант представляє собою рух по вул. Чумаченка, далі вул. Комарова, лівий поворот на вул. Парамонова та виїзд на вул. О. Говорухи. Проїзд по цьому варіанту теж є небезпечним, так як перехрестя вул. Чумаченка – вул. Європейська є МК ДТП. Крім цього, цей варіант проїзду є найдовшим з трьох запропонованих. Третій варіант – вул. Космічна – вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева – вул. Парамонова та виїзд на вул. О. Говорухи. Аналізуючи всі три варіанти проїзду можна зробити висновок, що найбільш оптимальним та безпечним є третій варіант, тобто проїзд по схемі вул. Космічна – вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева – вул. Парамонова та виїзд на вул. О. Говорухи.

1.3 ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА СИТУАЦІЯ НА ОБ'ЄКТІ ПРОЕКТУВАННЯ

Район проектування розташований на території Комунарського району міста Запоріжжя. Це ділянка дороги, що складається з двох вулиць: вул. Чумаченко та вул. Північнокільцева та трьох регульованих перехресть: вул. Чумаченко – вул. Космічна, вул. Чумаченко – вул. Північно-Кільцева, вул. Північнокільцева – вул. Ситова. Вказані вулиці знаходяться на балансовому утриманні у відділі комунального господарства Комунарської районної адміністрації.

Комунарський район Запоріжжя – характеризується своїм житловим призначенням, тому більшість будинків в районі проектування – це п'ятиповерхові чи дев'ятиповерхові багатоповерхівки. Сквер ім. Гагаріна – є місцем відпочинку тамтешніх жителів, особливо влітку, тому сюди приходять відпочивати жителі зі всього Космічного мікрорайону. Крім цього, в районі проектування присутні декілька великих супермаркетів: «Варус» з цілодобовим графіком роботи, «АТБ» працює з 8.00-22.00 та «Сільпо, що працює з 7.00 – 23.00. Крім цього, розташовано два дошкільних навчальних заклади, гімназія №7, школа №84 та поліклініка ім. 8-го Марта.

За перехрестям вул. Космічна – вул. Чумаченка по вул. Чумаченка є необладнана зупинка громадського транспорту. Побудова заїзного карману неможлива, так як будинки знаходяться поруч з тротуаром для пішоходів і якщо використати площу тротуарів для заїзного карману – рух пішоходів з даної сторони вул. Чумаченка стане неможливим. Зупинки міського значення класифікуються за ознаками:

- виду маршрутного транспортного засобу, що користується зупинкою;
- типажу маршрутних транспортних засобів;
- кількості маршрутних транспортних засобів, що одночасно можуть здійснювати висадку і посадку пасажирів на зупинці;
- характеру використання зупинки.

Через ділянку проектування проходять такі маршрутні таксі:

- 9 – вул. Олімпійська – вул. Косигіна;
- №20 – Обласна лікарня – 4-й Південний мкрн.;
- №31 – Торговий центр (ТЦ) «City mall» - ТЦ «Metro»;
- №35 – вул. Олімпійська – вул. Магістральна;
- №40а – Порт ім. Леніна – Обласна лікарня;
- №63 – Бородінський ринок – вул. Малиновського;
- №76 – вул. Олімпійська - вул. Комінтерну;
- №77 – вул. Олімпійська – Осипенківський мкрн.;
- №80 – ТЦ «Метро» - порт ім. Леніна;

- №85а – Набережна – вул. Малиновського.

Перехрестя вул. Космічна з вул. Чумаченко є Т – образним з виїздом з автосервісу. Зі сторони автовокзалу по вул. Космічній має ширину проїзної частини 10,75 м в напрямку від автовокзалу (2 смуги руху по 3,5 м та одна 3,75 метри) та 10,75 м – до автовокзалу (2 смуги по 3,5 м та 1 смуга з шириною 3,75 м); зі сторони траси Харків – Сімферополь в напрямку до автовокзалу – 7,25 метрів (1 смуга – 3,5 м, одна – 3,75) та в напрямку від автовокзалу 10,75 м (2 смуги по 3,5 м та 3,75). Вулиця Чумаченко має ширину проїзної частини 14,5 м (2 смуги – по 3,75 та 2 – по 3,5 м). На перехресті вул. Космічна – вул. Чумаченка є виділені смуги для здійснення лівого (з вул. Космічної на вул. Чумаченка) та правого (з вул. Чумаченка на вул. Космічну) поворотів.

Вул. Чумаченка до перехрестя з вул. Північнокільцева має ширину проїзної частини 14,5 м. Вул. Північнокільцева має по дві смуги руху в кожному напрямку: 2 смуги по 3,5 м та 2 смуги по 3,75 м. Таким чином загальна ширина проїзної частини по вул. Північнокільцева складає 14,5 м.

Рекомендована достатня ширина смуги руху проїзної частини для наступних видів транспортних засобів: легковий автомобіль – 3,25 м; вантажний автомобіль – 3,5 м; автобус – 3,5 м; тролейбус – 3,75м. Тобто, зважаючи на рух вантажних транспортних засобів по смугам руху, бачимо, що існуючої ширини смуг руху достатньо для їх руху.

Для ширини пропускної частини від 5,4 м до 16 м величина потоку насичення визначається множенням ширини проїзної частини на емпіричний коефіцієнт 525. [4]

Перехрестя вул. Чумаченко – вул. Космічна регулюється за допомогою 8-ти транспортних та 6-ти пішохідних світлофорів. Ці світлофори працюють з 6-00 ранку і до 21-00 вечора. Пофазовий роз'їзд включає три фази регулювання. Тривалість циклу регулювання – 73 секунди. Розмітка потребує оновлення, її зовсім не видно.

Значення потоку насичення для різної ширини смуг руху показані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Потоки насичення

Ширина смуги, м	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,2
Пропускна спроможність смуги, од./год	1850	1875	1950	2075	2475	2700

На перехресті вул. Чумаченко – вул. Космічна регулювання пішохідного руху здійснюється за допомогою технічних засобів організації дорожнього руху (пішохідних світлофорів) та знаків 5.35.1 та 5.35.2. Також по вул. Космічній для безпечного перетину широкої дороги пішоходами є в наявності розділова зона у вигляді зелених насаджень, шириною 6 метрів.

Перехрестя вул. Чумаченко – вул. Північнокільцева зробили регульованим з 20.10.2011 року з часом роботи з 6.00 до 21.00. Воно є Т - образним з тривалістю циклу 53 секунди та двофазовим режимом руху. Для регулювання потоків транспорту та населення встановлено 4 транспортних та 6 пішохідних світлофорів. Зі сторони вул. Малиновського на підході до даного перехрестя присутня розмітка 1.14.2, знаки 5.35.1 та 5.35.2, 3.29 «Обмеження максимальної швидкості» та 1.33 «Діти». Обмеження швидкості складає 40 км/год. Розмітка на перехресті та підходах до нього теж потребує оновлення.

Всі світлофорні об'єкти працюють зараз в ізолюваному жорсткому режимі, з 6-00 години до 21-00, а с 21-00 до 6-00 працюють в режимі жовтого миготіння.

1.4 АНАЛІЗ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) характеризують порушення, що відбуваються в сфері взаємодії водія, автомобіля, дороги, дорожнього руху й умов навколишнього середовища. Число дорожньо-транспортних пригод, розраховуючи на один автомобіль-кілометр, є найбільш уживаним показником, використовуваним для вираження ступеня відносної безпеки дороги або ділянок вулиці. Ступінь важкості дорожньо-транспортних випадків іноді виражається числом подій зі смертельним результатом розраховуючи на одну людину, на один зареєстрований автомобіль, на один автомобіль-кілометр пробігу або як середня величина економічних втрат від дорожньо-транспортних випадків у рік. [3]

Автомобілізація поряд з безумовним позитивним впливом на економіку і соціальний розвиток держави несе в собі і негативні наслідки, зв'язані з великим числом дорожньо-транспортних випадків (ДТП), величезним матеріальним збитком, пораненнями та смертю учасників ДТП

Місце концентрації ДТП в населених пунктах – перехрестя або ділянки вулиць довжиною 50 – 150 м, на яких реєструються 3 ДТП з потерпілими і більше за рік або 5 ДТП з потерпілими і більше за три роки.

В межах облікової системи ДТП до транспортних засобів відносяться: автомобілі, мотоцикли, моторолери, мотоколяски, мопеди, велосипеди з підвісним двигуном, трамваї, тролейбуси, трактори та інші самохідні механізми незалежно від потужності двигуна і максимальної швидкості, а також гужовий транспорт (за винятком в'ючних і верхових тварин).

Статистичний аналіз скоєних ДТП на конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі (ВДМ) дозволяє знаходити загальні закономірності та причини їх виникнення.

Отримані дані щодо ДТП на ділянці проектування за 2018-2021 рр. зведені до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – ДТП на ділянці проектування за 4 роки

Дата скоєння ДТП	Час скоєння ДТП	День тижня	Вид ДТП	Загинуло	Поранено	№ пору- шення
1	2	3	4	5	6	7
15.02.2018	17	п'ятниця	зіткнення	0	0	10
28.08.2018	12	четвер	зіткнення	0	1	19
30.07.2019	16	четвер	зіткнення	0	0	19
13.09.2018	20	субота	зіткнення	0	0	19
20.09.2018	12	субота	наїзд на перешкоду	0	0	н/в
08.10.2018	7	середа	наїзд на пішохода	0	1	22,24
19.05.2019	18	вівторок	зіткнення	0	0	19
04.05.2018	12	неділя	зіткнення	0	1	17
16.03.2019	8	понеділок	наїзд на перешкоду	0	0	2
14.07.2019	17	вівторок	зіткнення	0	0	19
20.04.2020	14	вівторок	зіткнення	0	0	3
24.11.2018	10	понеділок	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	6
26.04.2019	15	неділя	зіткнення	0	0	19
16.07.2019	13	четвер	наїзд на перешкоду	0	0	6
9.11.2019	17	понеділок	наїзд на перешкоду	0	0	н/в
05.09.2021	19	понеділок	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	6
23.08.2019	19	неділя	зіткнення	0	0	17
11.10.2021	22	вівторок	зіткнення	0	0	6
19.10.2020	22	вівторок	наїзд на пішохода	1	0	24
03.06.2020	10	четвер	зіткнення	0	0	19
07.06.2020	8	понеділок	зіткнення	0	0	6
11.12.2020	13	субота	зіткнення	0	0	6
17.11.2020	16	середа	зіткнення	0	0	19
28.01.2021	15	п'ятниця	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	6

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
20.10.2021	22	четвер	наїзд на перешкоду	0	0	6
06.11.2020	11	субота	зіткнення	0	0	19
17.06.2021	12	п'ятниця	зіткнення	0	0	н/в
24.10.2021	13	понеділок	наїзд на пішохода	0	1	н/в
11.08.2021	10	четвер	зіткнення	0	0	19
06.05.2021	13	п'ятниця	зіткнення	0	0	6
11.03.2018	15	понеділок	зіткнення	0	0	10
26.06.2018	20	четвер	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	н/в
18.08.2019	10	вівторок	зіткнення	0	0	6
19.08.2019	18	середа	наїзд на перешкоду	0	0	н/в
26.09.2019	13	субота	зіткнення	0	0	6
29.12.2019	8	вівторок	зіткнення	0	0	17
11.06.2020	6	п'ятниця	наїзд на перешкоду	0	0	6
02.09.2020	20	четвер	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	6
07.04.2021	16	четвер	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	3
23.08.2021	13	вівторок	зіткнення	0	0	6
05.11.2021	8	субота	зіткнення	0	0	19
07.11.2021	19	понеділок	наїзд на пішохода	0	0	6
13.12.2021	16	вівторок	зіткнення	0	0	6
23.12.2021	16	п'ятниця	зіткнення	0	0	19
27.09.2019	16	неділя	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	6
18.06.2018	23	середа	наїзд на перешкоду	0	0	6
13.09.2021	11	понеділок	зіткнення	0	0	6
27.05.2018	23	вівторок	наїзд на пішохода	0	1	2
20.08.2018	10	середа	зіткнення	0	0	10
15.06.2019	1	понеділок	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	1,6
07.09.2019	11	понеділок	наїзд на пішохода	0	1	н/в

Закінчення таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
14.01.2018	13	понеділок	наїзд на перешкоду	0	0	н/в
27.01.2019	15	вівторок	наїзд на пішохода	0	1	17
16.12.2020	13	четвер	зіткнення	0	0	17
25.04.2018	21	п'ятниця	зіткнення	0	0	6
09.09.2019	20	середа	наїзд на пішохода	0	1	6
26.10.2018	14	неділя	наїзд на пішохода	0	1	22
25.03.2019	15	середа	наїзд на пішохода	0	0	6
12.04.2019	2	неділя	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	н/в
01.04.2021	16	п'ятниця	зіткнення	0	0	6
16.09.2019	15	середа	зіткнення	0	0	6
19.09.2019	12	субота	зіткнення	0	0	19
15.04.2021	13	п'ятниця	зіткнення	0	0	6
25.01.2018	9	п'ятниця	зіткнення	0	0	6
13.06.2018	18	п'ятниця	наїзд на пішохода	0	1	22,24
29.06.2018	14	неділя	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	6
24.10.2018	17	п'ятниця	зіткнення	0	0	6
30.06.2019	17	вівторок	зіткнення	0	0	6
13.10.2019	8	вівторок	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	6
24.01.2020	11	неділя	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	2
26.01.2020	14	вівторок	зіткнення	0	0	19
26.01.2020	10	вівторок	зіткнення	0	0	19
09.07.2020	16	п'ятниця	наїзд на перешкоду	0	0	6
26.09.2020	12	неділя	наїзд на перешкоду	0	0	н/в
15.10.2020	13	п'ятниця	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	19
04.02.2021	14	п'ятниця	зіткнення	0	0	6
21.03.2021	21	понеділок	наїзд на ТЗ, що стоїть	0	0	н/в
01.07.2021	14	п'ятниця	зіткнення	0	0	6

Основними причинами ДТП стали порушення правил маневрування та зіткнення транспортних засобів (ТЗ).

Як бачимо, кожного року стається приблизно однакова кількість ДТП. Найбільша кількість ДТП відбувається переважно в часи-пік, коли інтенсивність суттєво збільшується, а також, якщо проаналізувати по дням тижня, то в п'ятницю, як в останній робочій день.

1.5 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Як розрахунковий період часу, у даній дипломній роботі приймаємо 1 годину.

Організація дорожнього руху – це комплекс діяльності, направлений на забезпечення оптимальної швидкості та безпеки дорожнього руху, а також комплекс інженерних та організаційних заходів на існуючій ВДМ, які забезпечують безпеку та достатню швидкість руху транспортних та пішохідних потоків. [3]

Для розробки схем пофазного роз'їзду та розрахунку циклів світлофорного регулювання потрібно було провести натурні обстеження транспортних потоків, щоб виявити кількість та види транспортних засобів, які рухаються за напрямками. Дані натурних обстежень (кількість автомобілів в авт/год) необхідно перевести в переведені одиниці (кількість автомобілів в од/год).

Щоб отримати кількість транспортних засобів у переведених одиницях, користуються формулою 1.1:

$$N_{np\,ij} = \sum_{m=1}^n N_{\phi\,ij} \cdot k, \quad (1.1)$$

де $N_{\phi ij}$ – інтенсивність одного виду транспортних засобів у фізичних одиницях по напрямку руху $i-j$, авт/год;

k – перевідний коефіцієнт транспортних засобів до легкового автомобіля.

Приведену інтенсивність руху транспортних потоків слід розраховувати для всіх напрямків руху.

Коефіцієнти приведення інтенсивності руху різних транспортних засобів до легкового автомобіля наведені в таблиці 1.3.

Використовуючи коефіцієнти приведення до легкових транспортних засобів будуємо картограми перехресть, на яких вказуємо значення інтенсивностей за кожним з напрямом руху.

Для перехрестя вул. Космічна – вул. Чумаченка отримали таке відсоткове відношення різних типів транспортних засобів у потоці (табл.1.4)

Таблиця 1.4 – Склад потоку на перехресті вул. Космічна – вул. Чумаченка в приведених одиницях

Тип ТЗ	Кількість в приведених од.	Відсоткове співвідношення, %
Легкові	1339	94,48
Вантажні	41	2,86
Мікроавтобуси	36	2,56
Автобуси	1	0,1
Всього	1417	100

Для перехрестя вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева отримали таке відсоткове відношення різних типів транспортних засобів у потоці (табл.1.5)

Таблиця 1.5 – Склад потоку на перехресті вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева в приведених одиницях

Тип ТЗ	Кількість в приведених од.	Відсоткове співвідношення, %
Легкові	1073	79,72
Вантажні	36	2,65
Мікроавтобуси	235	17,46
Автобуси	2	0,17
Всього	1346	100

Крім цього, необхідно розподілити приведені інтенсивності по смугам рівномірно. Розподіл наведено у табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Розподіл інтенсивностей по смугам

Перехрестя	Напрями	Загальна інтенсивність на підходах до перехрестя, од/год	Смуги	Розподіл інтенсивностей по смугам, од/год		
				прямо	праворуч	ліворуч
1	2	3	4	5	6	7
1	1	310	1			310
	2	450	1		450	
	3	286	1		286	
	4	598	1	299		
			2	299		
	5	742	1	736	6	
	6	124	1	6		118
	7	10	1	3	4	3
2	1	144	1		144	
	2	320	1		100	60

Закінчення таблиці 1.7

			2			160
	3	420	1	210		
			2	144		66
	4	455	1	455		0
3	1	210	1	105		
			2	77		28
	2	460	1	155	75	
			2	75		155
	3	360	1	90	90	
			2	180		
	4	464	1		232	
			2	88	29	115
	2	3	4	5	6	7
	5	298	1	45	104	
			2	143		6
	7	117	1	53	15	50
	8	166	1		50	116

Розподіливши інтенсивності рівномірно по смугам руху, бачимо, що в деяких випадках правий та лівий поворот здійснюються з двох смуг руху, тому при розробці ТЗОДР необхідно врахувати це при нанесенні розмітки 1.7 та знаку 5.16 «Напрямок руху по смугам».

1.6 ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ

Значення швидкостей були отримані за допомогою натурних спостережень при роботі з радаром. Всього було зроблено по 10 замірів для кожного перегону. Значення швидкостей показані в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Значення швидкостей

Перегон	V, км/год	Перегон	V, км/год	Перегон	V, км/год
Вул. Чумаченка від вул. Північнокільцева до вул. Космічна	47	Вул. Чумаченка зі сторони вул. Космічної до вул. Північнокільцева	53	Вул. Північнокільцева зі сторони вул. Ситова до вул. Чумаченка	60
	53		48		48
	53		44		54
	51		47		53
	51		56		61
	49		46		63
	33		29		57
	64		40		59
	52		60		71
	48		63		67
$V_{\text{сер}}$	50,1	$V_{\text{сер}}$	49,2	$V_{\text{сер}}$	59,3
$V_{85\%}$	58,25	$V_{85\%}$	57,35	$V_{85\%}$	60
V_k	60	V_k	60	V_k	60

Швидкість координації V_k визначається на базі швидкості 85%-го забезпечення графоаналітичним методом, проте її також можна визначити за допомогою функції НОРМОБР в Microsoft Office Excel.

Функція НОРМОБР повертає зворотній нормальний розподіл для вказаного середнього та стандартного відхилення. До її аргументів

відноситься імовірність, що відповідає нормальному розподілу, середнє арифметичне розподілення та стандартне відхилення.

Згідно з вихідними значеннями середньої швидкості руху $V = 50,1$ км/год для першого перегону та середнього квадратичного відхилення $\sigma_v = 7,864$ км/год (розрахували за допомогою Microsoft Office Excel), вводимо в клітинку програми Microsoft Excel наступне: $=\text{НОРМОБР}(0,85;50,1;7,864)$. В результаті отримуємо значення швидкості транспортного потоку 85%-го забезпечення (тобто швидкість, яку статистично не перевищують 85% усіх транспортних засобів), яка складає $V_{85\%} = 58,25$ км/год. Це значення швидкості приймаємо для розрахунку елементів світлофорного циклу в локальному режимі для перехрестя вул. Космічна – вул Північнокільцева. Аналогічним чином розраховуємо значення швидкостей для двох інших перехресть. Результати розрахунків занесені в таблицю 1.8 .

Розрахункове значення швидкості координації $V_k = 0,85$ знаходять з припущення, що за рахунок ефекту координації середня швидкість транспортного потоку підвищується на 15%. Значення швидкості координації V_k також має бути кратне 5 км/год. [4]

За рахунок ефекту координації значення швидкості координації збільшилось на 15%, і складає $V_k = 60$ км/год для всіх перехресть (табл. 1.8).

1.7 ВИЗНАЧЕННЯ НЕДОЛІКІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Аналізуючи зібрані дані можливо прийняти наступні міри по підвищенню безпеки руху на ділянці проектування: введення координованого регулювання, що включатиме 2 перехрестя; розрахувати тривалості світлофорного циклу відповідно інтенсивностей; встановити пішохідне огороження при виключенні одного пішохідного напрямку з циклу

регулювання; оснастити на перехресті вул. Космічна – вул. Чумаченко підхід, по якому здійснюється виїзд з автосервісу, транспортними та пішохідними світлофорами.

Введення координованого регулювання суттєво зменшить затримки транспорту та пасажирів транспорту, збільшиться швидкість руху та покращаться екологічні показники. Так як на перехресті вул. Північнокільцева – вул. Чумаченко за рік сталося 3 наїзда на пішохода з подальшою госпіталізацією, виключаємо з фази регулювання пішохідний напрям, що конфліктує з інтенсивним лівим поворотом (напрямом 2) та встановлюємо пішохідне огороження для унеможливлення переходу проїзної частини в цьому перерізі пішоходами. Оснащення додатково одного підходу світлофорами підвищує безпеку руху на перехресті, так як тепер виїзд з нього здійснюється не в моменти розірвання груп транспортних засобів інших напрямів, а у відповідності з циклограмою.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ В ЛОКАЛЬНОМУ РЕЖИМІ

Для визначення основних параметрів світлофорного регулювання спочатку необхідно розрахувати відстані до дальніх конфліктних точок для кожного з трьох перехресть з урахуванням траєкторій руху на перехрестях. Вихідними даними для розрахунку є геометричні і транспортні характеристики перехрестя: ширина проїзних частин, кількість і ширина смуг по кожному напрямку руху; ширина розділових смуг; склад транспортних потоків; картограма інтенсивності транспортних потоків; середня швидкість руху транспортних засобів на підході і в зоні перехрестя (без гальмування). Схеми траєкторій руху транспортних засобів та пішоходів показані на рисунках 2.1 – 2.3.

Конфліктні точки – це місця вулично-дорожньої мережі, де відбувається взаємодія потоків. Виділяють три типа конфліктних точок: точки відхилення, точки злиття та точки перетину.

Далі траєкторії необхідно об'єднати у напрямки. Транспортні напрямки руху – це сукупність траєкторій, за якими відбувається рух ТЗ від вхідної стоп-лінії до виїзду з перехрестя. Пішохідні напрямки руху – це сукупність траєкторій, рух за якими регулюється окремим пішохідним світлофором.

Крім цього, уникнути третьої фази можна шляхом введення розкріпленої фази при інтенсивності лівоповоротного потоку від 120 до 220 од/год. Зеленим додатковим або раннім стартом в термінології агрегатної системи засобів управління дорожнім рухом зветься вихід часового проміжку, коли зелений сигнал будь-якої сигнальної групи знаходиться у стані «ввімкнено» з основного такту фази до перехідного інтервалу, при цьому означений проміжок чи то передуює основному тактові фази, до якої за схемою пофазового роз'їзду включено напрям, якому відповідає сигнальна

група, чи то слідує за ним. Зелений додатковий чи ранній старт розраховується як окрема фаза з усіма її атрибутами.

При програмуванні контролерів для забезпечення ранніх стартів та затримок зеленого сигналу застосовується спеціальна опція при відпрацюванні перехідних інтервалів, таким чином додатковий зелений та ранній старт завше є частинами перехідних інтервалів. [1]

Напрями регулювання розділяються на фази з виконанням таких вимог:

1. В одну фазу можуть входити лише ті напрями, на перетині стовпчиків та рядків конфліктної матриці, що відповідає цим напрямам, стоять нулі.

2. Не є конфліктним напрям повороту праворуч або правоповоротна траєкторія як частина напрямку з інтенсивністю руху праворуч до 120 од/год та пішохідний напрям, за яким пішоходи переходять проїзну частину, на яку виконується поворот з інтенсивністю до 900 піш/год.

3. Дозволяється знехтувати конфліктом лівоповоротної траєкторії як частини напрямку з інтенсивністю руху 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.

4. Кожен напрям повинен бути включений хоча б в одну фазу регулювання.

5. При широкій проїзній частині і наявності островців безпеки слід розглядати можливість поетапного переходу пішоходами вулиці протягом наступних двох фаз, що слідують одна за одною.

Схема траєкторій руху транспортних засобів на перехресті вул. Космічна – вул. Чумаченка показана на рис. 2.1.

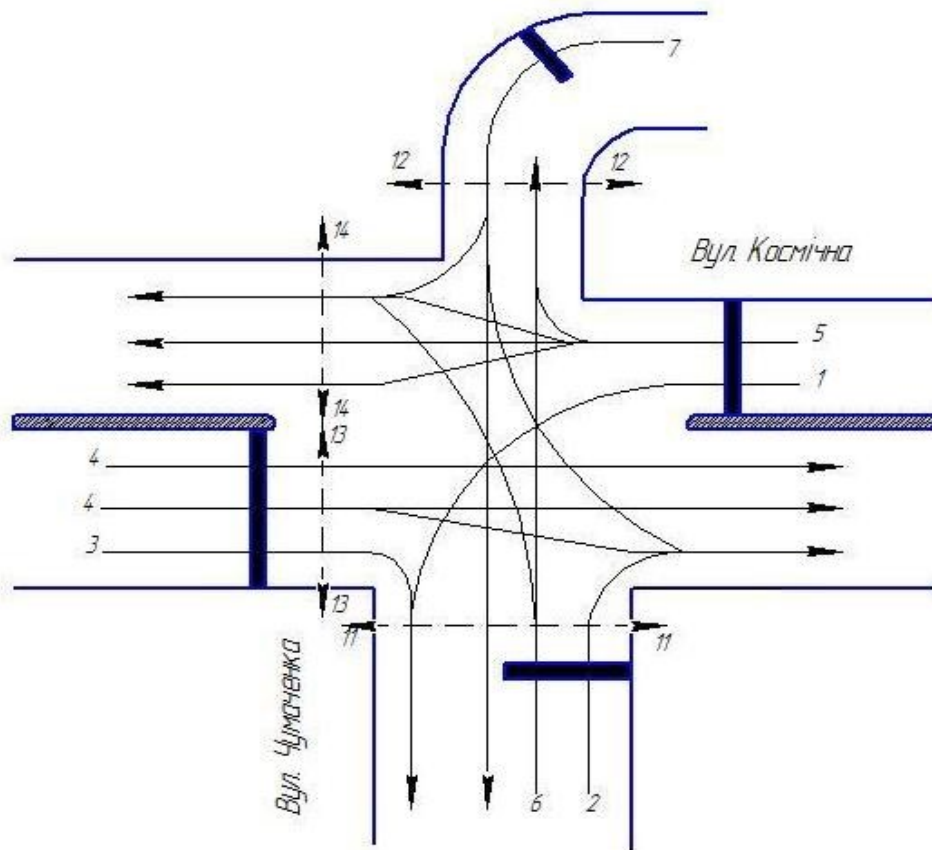


Рисунок 2.1 – Схема траєкторій руху транспортних засобів на перехресті вул. Космічна – вул. Чумаченка

Будуємо матрицю конфліктних напрямків, записуючи туди значення відстаней від стоп-лінії до дальніх конфліктних точок у метрах. Елементи матриці розраховуються, виходячи із схеми траєкторій. Елемент матриці $B(i,j)$ – це відстань від стоп-лінії напрямку i до дальньої конфліктної точки напрямку i з напрямом j . Якщо траєкторія, довжина якої розраховується, криволінійна, перед значенням елемента матриці ставиться знак «-».

Відстань від стоп-лінії до дальньої конфліктної точки розраховується за формулою 2.1 [1]:

$$B_{i,j} = l + \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{4(8)} , \quad (2.1)$$

де l – відстань від стоп-лінії до початку перехрестя, м;

R – радіус повороту, м.

Радіус розраховується як середнє значення початкового і кінцевого радіуса руху транспортних засобів за формулою 2.2:

$$R = \frac{r_1 + r_2}{2}, \quad (2.2)$$

де r_1 - початковий радіус руху ТЗ, м;

r_2 - кінцевий радіус руху ТЗ, м.

Для правоповоротних траєкторій $R=8$ м.

Розраховуємо значення елементів матриці дальніх конфліктних точок (ДКТ) для перехрестя вул. Космічна – вул. Чумаченка за формулами 2.1 та 2.2:

$$B_{13} = -(4 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 16,5}{4}) = -29,91 \text{ м};$$

$$R = \frac{14,5 + 3,75 + 3,5 + 3,5 + 6 + 1,75}{2} = 16,5 \text{ м};$$

$$B_{14} = -(4 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 16,5}{4}) = -29,91 \text{ м};$$

$$B_{16} = -(4 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 16,5}{8}) = -16,95 \text{ м};$$

$$B_{17} = -(4 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 16,5}{8}) = -16,95 \text{ м};$$

$$B_{24} = -(8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8}{4}) = -20,56 \text{ м};$$

$$B_{31} = -(8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8}{4}) = -20,56 \text{ м};$$

$$B_{41} = 8 + 3,75 + 3,5 = 15,25 \text{ м};$$

$$B_{42} = 8 + 3,75 + 3,5 + 3,5 + 3,75 + 0,5 = 23 \text{ м};$$

$$B_{46} = 8 + 14,5 + 0,5 = 23 \text{ м};$$

$$B_{47} = 8 + 14,5 + 0,5 = 23 \text{ м};$$

$$B_{56} = 4 + 14,5 + 0,5 = 19 \text{ м};$$

$$B_{56} = 4 + 14,5 + 0,5 = 19 \text{ м};$$

$$B_{61} = 8 + 3,75 + 3,5 + 3,5 + 6 + 3,5 = 28,25 \text{ м};$$

$$B_{64} = -(8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 18,25}{4}) = -36,65 \text{ м};$$

$$R = \frac{27,5 + 3,75 + 3,5 + 1,75}{2} = 18,25 \text{ м};$$

$$B_{65} = -(8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 18,25}{4}) = -36,65 \text{ м};$$

$$B_{67} = -(8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 18,25}{4}) = -36,65 \text{ м}.$$

Розраховані дані записуємо до матриці конфліктів (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Матриця конфліктів для перехрестя вул. Космічна – вул. Чумаченка

Напрями	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	-29,91	-29,91	0	-16,95	-16,95
2	0	0	0	-20,56	0	0	0
3	-20,56	0	0	0	0	0	0
4	15,25	23	0	0	0	23	23
5	0	0	0	0	0	19	19
6	28,25	0	0	-36,65	-36,65	0	0
7	28,25	0	0	-36,65	-36,65	0	0

На основі наведених вище вимог групування напрямків у фази та матриць конфліктів складаємо схему пофазового роз'їзду для перехрестя вул. Космічна – вул. Чумаченка.

Аналогічним чином складаємо схему траєкторій для другого перехрестя: вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева (рис 2.2).

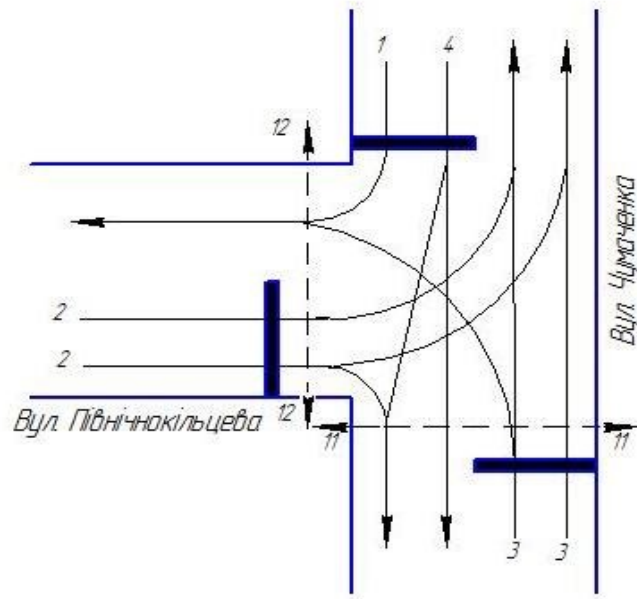


Рисунок 2.2 – Схема траєкторій руху транспортних засобів на перехресті вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева

Складаючи схему траєкторій для перехрестя вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева були виконані деякі зміни в порівнянні з діючою схемою траєкторій. Було виключено пішохідний напрям по вулиці Чумаченка з підходу зі сторони вул. Космічної та введена стрілка додаткової секції для першого напрямку. Так як інтенсивність лівого повороту за другим напрямом є досить великою (220 од/год), а інтенсивність пішоходів по напрямку, що знімаємо, незначна (150 чел/год), та за рік, перетинаючи даний пішохідний напрям на ньому було скоєно 3 наїзди на пішохода з подальшою госпіталізацією, то для підвищення безпеки ми його виключаємо з циклу регулювання. Тим самим залишаючи два пішохідних напрямки: 11 та 12. Для забезпечення неможливості проходу пішоходами через проїзну частину там,

де це заборонено, встановлюємо пішохідне огородження з обох сторін від проїзної частини вул. Чумаченка, загальною довжиною 105 м.

Розраховуємо значення елементів матриці ДКТ для перехрестя вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева за формулами 2.1 та 2.2:

$$B_{23} = -(8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 13,56}{4}) = -29,29 \text{ м};$$

$$R = \frac{14,5 + 3,75 + 3,5 + 3,5 + 1,875}{2} = 13,56 \text{ м};$$

$$B_{24} = -(8 + \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 13,56}{4}) = -29,29 \text{ м};$$

$$B_{32} = 8 + 14,5 = 22,5 \text{ м};$$

$$B_{42} = 4 + 14,5 + 0,5 = 19 \text{ м}.$$

Розраховані дані записуємо до матриці конфліктів (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2– Матриця конфліктів для перехрестя вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева

Напрями	1	2	3	4
1	0	0	0	0
2	0	0	-29,29	-29,29
3	0	22,5	0	0
4	0	19	0	0

Визначивши інтенсивності руху по смугам та склавши відповідно до цього схеми траєкторій руху на перехрестях, розрахувавши значення швидкостей 85% забезпечення та відстаней до дальніх конфліктних точок, визначаємо тривалість основних параметрів світлофорного регулювання в

локальному режимі. Робимо це, використовуючи програмний комплекс «КУРС», а саме за допомогою програми «Автоматичне програмування циклу» (АПЦ).

Програма АПЦ викликається натисненням на ярлик «Нове перехрестя» провідника програмного комплексу. Вона автоматично виконує конфігурацію світлофорного циклу, проводячи розмітку поля програми „Кросс” після введення з екрану даних про параметри перехрестя та характеристики обраної схеми пофазового роз’їду та транспортне навантаження за кожним з напрямів. Введення даних до програми автоматичного програмування циклу відбувається з екрану ЕОМ шляхом заповнення діалогових вікон у певному порядку.

Спочатку у діалоговому вікні “Розрахунок проміжних тактів” вводиться конфліктна матриця, що характеризує водночас геометричні параметри та організацію руху на перехресті. Також у цьому вікні вказується швидкісна та геометрична характеристика транспортних засобів, що прямують через перехрестя.

Фізичний сенс значень елементів конфліктної матриці полягає у тому, що на їх основі розраховується час, що є необхідним для транспортного засобу, який під’їхав до перехрестя у момент закінчення зеленого сигналу та вже не може зупинитися без екстреного гальмування, для того, аби закінчити проїзд перехрестя до того моменту, як на його траєкторії з’являться транспортні засоби, для яких передбачено ввімкнення зеленого сигналу у наступній фазі регулювання.

У діалоговому вікні «Розрахунок проміжних тактів» вводимо дані про розрахункову швидкість (для перехрестя вул. Космічна – вул. Чумаченка: $V_{85\%} = 60$ км/год; для перехрестя вул. Чумаченка – вул.Північнокільцева: $V_{85\%} = 58,68$ км/год; для перехрестя вул.Північнокільцева – вул. Ситова: $V_{85\%} = 58,25$ км/год), розрахункову довжину автомобіля (5 м), значення елементів матриці конфліктів та відмічаємо напрями, рух якими регулюється додатковою секцією світлофора, для кожної фази вказуємо напрями, що до

неї входять, ширини смуг руху та інтенсивності руху по смугам. Якщо на перехрестях присутній рух пішоходів, то вказують ще пішохідні напрями кожної фази та ширину проїзної частини, що її переходять пішоходи у відповідній фазі.

Після внесення вихідних даних відкривається вікно, в яке заносять наступні дані: номер академгрупи, номер варіанту, локальний ідентифікатор перехрестя та відсотки різних видів транспортних засобів у потоці. Наступним відкривається вікно «МРЛ». У ньому продовжуємо вводити дані для розрахунку елементів світлофорного циклу. Знову повторюємо номер академгрупи, варіанту, локальний ідентифікатор перехрестя, розрахункову швидкість (відповідно для кожного перехрестя свою), називаємо файл для збереження даних (наприклад, iz1). На питання «Замінити показники складу потоків для економічних розрахунків» та «Замінити групи напрямів у фазах 2 і 3» даємо заперечну відповідь, натискаючи кнопку Enter.

Виконавши всі наведені вище дії, в файлі iz1 отримуємо розрахунок елементів світлофорного циклу в локальному режимі для першого перехрестя, тобто перехрестя вул. Космічна – вул. Чумаченка. В ньому наведена наступна інформація: порядок чергування фаз, значення перехідних інтервалів між відповідними фазами, значення тривалостей основних тактів, циклограма для кожного напрямку на перехресті у числовому вигляді, а також значення затримок по напрямам та загальні затримки на перехресті.

Таким самим чином розраховуємо значення тривалості циклу, основних тактів і перехідних інтервалів для перехрестя вул. Чумаченка – вул.Північнокільцева та вул.Північнокільцева – вул. Ситова, називаючи отримані файли з даними iz2 та iz3 відповідно. Результати розрахунків представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку елементів світлофорного циклу для перехресть в локальному режимі роботи

Номер пере- хрестя	Тривалість основних тактів, с			Тривалість перехідних інтервалів між фазами, с				Тривалість циклу, с
	1	2	3	1-2	2-1	2-3	3-1	
1	19	19	16	8		8	9	79
2	9	17		8	8			42

2.2 РОЗРОБКА СХЕМИ ДИСЛОКАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТЯХ

Удосконалення схеми дислокації ТЗОДР проводимо по трьом основним показникам: дорожні знаки, світлофори та дорожня розмітка.

Дорожні знаки використовують на автомобільних дорогах та вулицях для організації руху та забезпечення його безпеки. Вони встановлюють певний порядок або інформують водіїв та пішоходів про умови руху за напрямом їх слідування. Дорожні знаки класифікують по інформаційно-смісловому змісту та ряду інших ознак, які пов'язані з особливостями їх конструктивного використання. [1]

Дорожні знаки повинні розташовуватись так, щоб їх добре бачили учасники дорожнього руху як у світлий, так і в темний час доби, забезпечувалась зручність експлуатації і обслуговування, а також виключалось їх ненавмисне пошкодження. При цьому вони не повинні бути затулені від учасників дорожнього руху будь-якими перешкодами (зеленими насадженнями, щоглами зовнішнього освітлення і т.ін.).

Під час розташування дорожніх знаків повинна бути забезпечена спрямованість інформації, що передається ними, тільки тим учасникам руху, для яких вона призначена. [5]

Транспортні світлофори повинні розміщуватись у відповідності з наступними варіантами, перевага у використанні яких для різних типів і виконань світлофорів вказана в табл.2.8:

1) перед перехрестям:

a – праворуч від проїзної частини;

б – над проїзною частиною;

в – ліворуч від проїзної частини на розділювальній смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

г – ліворуч від проїзної частини. Варіант може застосовуватись на дорогах з одностороннім рухом транспортних засобів. При двосторонньому русі варіант допускається при кількості смуг зустрічного руху не більше трьох, при цьому світлофори повинні розташовуватись на консольних опорах (при одній зустрічній смузі допускається встановлення світлофора на стійці);

2) на території перехрестя:

д – ліворуч на розділювальній смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

е – праворуч на розділовій смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

3) за перехрестям (регульованим пішохідним переходом):

жс – на розділовій смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

з – ліворуч від проїзної частини;

і – праворуч від проїзної частини.

Варіанти *жс*, *з*, *і* можуть застосовуватись тільки у випадках, якщо відстань між стоп-лінією та світлофором не перевищує 25 м. [7]

Таблиця 2.8 – Вимоги до розміщення світлофорів

Виконання світлофора	Призначення світлофора	Перевага при розміщенні світлофора по варіантам								
		<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>	<i>і</i>
T1.1-T1.3	Основний Дублюючий	1 -	2 6	- 1	- 2	- 3	- -	- 4	- 5	- -
T1.4-T1.6	Основний Дублюючий	1 -	2 -	- -	- -	- -	- 1	- -	- -	- 2
T1.7-T1.9	Основний Дублюючий	6 -	- -	1 -	2 -	3 1	- -	4 2	5 3	- -
T1.13-T1.15	Основний Дублюючий	1 -	2 -	- 1	- 2	- 3	- -	- 4	- 5	- -
T1.16, T1.17	Основний Дублюючий	- -	1 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
T2.1-T2.3	Основний Дублюючий	1 -	2 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
T2.4-T2.6, T2.10-T2.12	Основний Дублюючий	1 -	2 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
T2.7-T2.9, T2.13-T2.15	Основний Дублюючий	- -	3 1	1 -	2 -	- -	- -	- -	- -	- -
T.2.16-T.2.18	Основний Дублюючий	1 -	2 2	- 1	- -	- -	- -	- -	- -	- -
T.3.1, T.3.2, T.3.4	Основний	1	-	2	3	-	-	-	-	-
T.3.3	Основний	-	-	1	-	-	-	-	-	-
T.5.1, T.5.2	Основний	1	2	-	-	-	-	-	-	-
T.6.1-T.6.5 T.7.1-T.7.4	Основний	1	2	-	-	-	-	-	-	-

Додаткові секції світлофорів застосовуються в випадках, коли організація руху на перехресті передбачає неодночасний пропуск напрямів. Для кращого розпізнавання водієм додаткової секції на розсіювач основного зеленого сигналу світлофора наносять контури стріл, що вказують дозволені цим сигналом напрями руху.[1]

Пішохідні світлофори застосовуються для регулювання руху пішоходів через проїзну частину доріг. На пішохідних переходах, якими регулярно користуються сліпі, окрім світлофорної сигналізації можна застосовувати звукову сигналізацію, що працює в узгодженому режимі з пішохідними світлофорами. Пішохідні світлофори треба розміщувати на тротуарах з обох сторін проїзної частини. За наявності острівця безпеки або розділової смуги — і на них, якщо кількість смуг руху в одному напрямку більша чотирьох.

Рекомендована відстань у горизонтальній площині від транспортних світлофорів до розмітки 1.12 "Стоп-лінія" на підході до регульованої ділянки повинна бути не менша ніж 5,0 м у разі встановлення їх над проїзною частиною й не менша ніж 3,0 м у разі встановлення збоку від проїзної частини.[7]

Дорожньою розміткою слід вважати лінії, написи та інші позначення на проїзній частині, бордюрах, елементах дорожніх споруд, обстановки вулиць і доріг, що застосовуються самостійно і у поєднанні з дорожніми знаками або світлофорами. Установлено дві групи дорожньої розмітки: горизонтальна і вертикальна. Кожному виду розмітки надається номер, що складається з арабських цифр. Перше число – номер групи, до якої належить розмітка (1 – горизонтальна, 2 – вертикальна); друге – порядковий номер розмітки в групі; третє – різновид розмітки. До горизонтальної розмітки належать лінії, написи, стріли та інші позначення. Вона поділяється на поздовжню, поперечну та інші види розмітки і наноситься на поверхню проїзної частини доріг з удосконаленим покриттям. До вертикальної розмітки належать лінії (смуги) і позначення, що наносяться на торцеві поверхні дорожніх споруд та

інженерне обладнання автомобільних доріг, а також світлоповертальні елементи, що закріплюються на цих поверхнях. [6]

На перехресті вул.Космічна – вул. Чумаченка, додавши один транспортний напрям при виїзді з автосервісу, встановлюємо відповідно транспортні світлофори типу Т.1 (основний та дублюючий) та два пішохідних світлофори. Крім цього, дотримуючись вимог табл. 2.8 переносимо дублюючий світлофор для 6 напрямку ліворуч від проїзної частини перед перехрестям. Також необхідно додатково встановити дві додаткові секції світлофора для здійснення правого повороту з вул. Космічної на вул.. Чумаченка з виділеної смуги руху. Встановлюємо виносний пульт управління ВПУ – 4 для можливості регулювання у ручному режимі.

Наносимо дорожню розмітку на даному перехресті: 1.1 - для розділення транспортних потоків протилежних напрямків на дорогах, що мають дві чи три смуги руху в обох напрямках; 1.3 - застосовується для розділення транспортних потоків протилежних напрямків (осьова лінія) на дорогах, що мають чотири і більше смуг руху в обох напрямках; 1.5 застосовують для розділення транспортних потоків протилежних напрямків (осьова лінія) на дорогах, що мають дві чи три смуги руху в обох напрямках та позначення меж смуг руху за їх кількості дві чи більше для одного напрямку руху; 1.6 (лінія наближення) застосовується для позначення наближення до розмітки 1.1 чи 1.11, що розділяє транспортні потоки протилежних чи попутних напрямків руху, і наноситись на відстані не менше ніж 50 (100) м перед нею; 1.12 (стоп-лінія) застосовується перед перехрестями у разі наявності дорожнього знаку 2.2 "Проїзд без зупинки заборонено", в місцях, де рух регулюється світлофором, та перед залізничними переїздами і наноситись там, де водій зобов'язаний зупинитись, у місцях, де рух регулюється світлофором, стоп лінію слід наносити з урахуванням забезпечення видимості сигналів світлофора водіями транспортних засобів, що зупинились, при цьому відстань від стоп-лінії до світлофора повинна бути не

менше ніж 5 м у разі розташування світлофорів над проїзною частиною і не менше ніж 3 м – збоку проїзної частини, допускається зменшувати зазначену відстань до 3 м за наявності світлофорів типу 3 (повторювачі сигналів світлофора); 1.14.2 застосовується на пішохідних переходах, де рух регулюється світлофором, 1.16.1 застосовують для позначення напрямних островців, розмітку за номером 1.16.4 – для позначення острова безпеки; 1.18 застосовується для зазначених дозволених на перехресті напрямків руху по смугах, при цьому повинно послідовно наноситись 2 (3) чи більше стріл з відстанню між ними від 20 до 30 м, основа стріли, найближчої до перехрестя, повинна бути на рівні початку розмітки 1.1, що розділяє потоки попутних напрямків руху. [11]

Напрямок головної дороги в проектному варіанті не змінюється. Відповідно до розподілу інтенсивностей по смугам та складеної схеми пофазового роз'їзду необхідно встановити на розтяжці знаки 5.16 та 5.18 для вказання напрямку руху по смугам. На виїзді з автосервісу у відповідності з введенням регульованого напрямку необхідно встановити знак 2.1 «Дати дорогу» та по два знаки 5.35.1 та 5.35.2 «Пішохідний перехід».

На перехресті вул. Чумаченка – вул. Північнокільцева дотримуючись вимог табл. 2.8 переносимо дублюючі світлофори та встановлюємо їх правильно. Також необхідно додатково встановити одну додаткову секцію світлофора для здійснення правого повороту з вул. Чумаченка на вул. Північнокільцеву з виділеної смуги руху. Крім цього в порівнянні з діючою схемою ТЗОДР знімається один пішохідний напрям по вул. Чумаченка зі сторони вул. Космічна.

Наносимо дорожню розмітку на даному перехресті: 1.1 - для розділення транспортних потоків протилежних напрямків на дорогах, що мають дві чи три смуги руху в обох напрямках; 1.3 - застосовується для розділення транспортних потоків протилежних напрямків (осьова лінія) на дорогах, що мають чотири і більше смуг руху в обох напрямках; 1.5 застосовують для розділення транспортних потоків протилежних напрямків (осьова лінія) на

дорогах, що мають дві чи три смуги руху в обох напрямках та позначення меж смуг руху за їх кількості дві чи більше для одного напрямку руху; 1.6 (лінія наближення) застосовується для позначення наближення до розмітки 1.1 чи 1.11, що розділяє транспортні потоки протилежних чи попутних напрямків руху, і наноситись на відстані не менше ніж 50 (100) м перед нею; 1.7 – для позначення смуг руху в межах перехрестя за необхідності зазначити траєкторії руху транспортних засобів або виокремити межі смуги руху; 1.12 (стоп-лінія) застосовується перед перехрестями у разі наявності дорожнього знаку 2.2 "Проїзд без зупинки заборонено", в місцях, де рух регулюється світлофором, та перед залізничними переїздами і наноситись там, де водій зобов'язаний зупинитись, у місцях, де рух регулюється світлофором, стоп лінію слід наносити з урахуванням забезпечення видимості сигналів світлофора водіями транспортних засобів, що зупинились, при цьому відстань від стоп-лінії до світлофора повинна бути не менше ніж 5 м у разі розташування світлофорів над проїзною частиною і не менше ніж 3 м – збоку проїзної частини, допускається зменшувати зазначену відстань до 3 м за наявності світлофорів типу 3 (повторювачі сигналів світлофора); 1.14.2 застосовується на пішохідних переходах, де рух регулюється світлофором; 1.18 застосовується для зазначених дозволених на перехресті напрямків руху по смугах. [6]

В проектному варіанті змінюється напрям головної дороги, тобто на підході з вул. Північнокільцева та вул. Чумаченко зі сторони вул. Космічна встановлюємо знаки 2.3 «Головна дорога» та 7.8 «Напрямок головної дороги». На перегоні від вул. Ситова до вул. Чумаченка по вул. Північнокільцевій встановлюємо знак 5.54 «Показчик напрямів», площею 2 м². Знімаємо чотири знаки «Пішохідний перехід». На розтяжці вішаємо знаки 5.16 «Напрямок руху по смугам». Також переносимо одну світлофорну стійку, та встановлюємо її у відповідності з ДСТУ 4092-2002.

В проектному варіанті напрям головної дороги не змінюється. На підході до рознесених стоп-ліній встановлюємо знак 5.63 «Місце зупинки»,

що зазначує місця зупинки транспортних засобів під час заборонного сигналу світлофора. На розтяжці по вул.. Ситова, де 4 смуги руху, вішаємо знак 5.16 «Напря́м руху по смуга́м», на якому показано, що правий поворот можна здійснювати з обох смуг руху (у відповідності з інтенсивністю руху). [8]. Також переносимо одну світлофорну стійку, та встановлюємо її на відстані одного метра від краю проїзної частини (зараз майже 5 метрів).

3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Капітальні вкладення представляють собою сукупність витрат на дорожні знаки, світлофори, стійки для світлофорів та знаків, пішохідне огороження, а також витрати на їх встановлення.

Визначаємо обсяг капіталовкладень для введення в дію вище наведених технічних засобів організації руху по формулі 3.1:

$$K = K_{зн} + K_{св} + K_{ст} + K_{огр}, \quad (3.1)$$

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

$K_{св}$ - капітальні вкладення на встановлення світлофорів, грн;

$K_{ст}$ - капітальні вкладення на придбання та встановлення стійок для світлофорів та знаків, грн;

$K_{огр}$ - капітальні вкладення на пішохідне огороження, грн.

Капіталовкладення на дорожні знаки визначаємо, враховуючи, що деякі знаки лише переносять з однієї стійки на іншу, а інші необхідно додатково придбати, по формулі 3.2:

$$K_{зн} = K'_{зн} + K_{вст.зн} + K_{дем.зн}, \quad (3.2)$$

де $K'_{зн}$ - витрати на придбання нових знаків, грн;

$K_{вст.зн}$ - витрати на встановлення знаків, грн;

$K_{дем.зн}$ - витрати на демонтаж знаків, грн.

Для забезпечення безпеки дорожнього руху при введенні координованого регулювання необхідно придбати 18 дорожніх знаків. Їх види та вартість наведені в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 – Витрати на придбання нових дорожніх знаків

Номер знаку	Кількість знаків	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.
2.1	1	906	906
2.4	1	951	951
5.16	4	1344	5376
5.18	3	951	2853
5.35.1	2	951	1902
5.35.2	2	951	1902
5.54	1	2200	2200
7.8	2	951	1902
2.3 (вертикальна розмітка)	2	1344	2688
Всього			20680

Безпосередні витрати на придбання та встановлення нових знаків, які описувались у проектній частині диплому, розраховуємо по формулі 3.3:

$$K_{нов.зн} = K_{прид.зн} + C_{вст.зн} \cdot N_{вст.нов.зн} + L_{вст.тр} \cdot C_{тр} , \quad (3.3)$$

де $K_{нов.зн}$ - вартість знаків, що необхідно долучити до існуючої схеми ТЗОДР, грн;

$K'_{зн}$ - вартість придбаних додатково дорожніх знаків (таблиця 3.1),
 $K_{прид.зн} = 20860$ грн;

$C_{вст.зн}$ - вартість встановлення знаку, $C_{вст.ст} = 174$ грн;

$N_{вст.нов.зн}$ - кількість дорожніх знаків, які потрібно додатково встановити на ділянці проектування, $N_{вст.ст} = 18$ шт;

$L_{вст.тр}$ - довжина тросу, необхідного для розміщення нових дорожніх знаків над проїзною частиною, $L_{вст.тр} = 33$ м;

$C_{тр}$ - вартість одного метра тросу, $C_{тр} = 48,48$ грн.

Вартість додатково придбаних знаків складає:

$$K_{нов.зн} = 20680 + 174 \cdot 18 + 33 \cdot 48,48 = 25412 \text{ грн.}$$

Витрати на демонтаж дорожніх знаків розраховуємо по формулі 3.4:

$$K_{дем.зн} = C_{дем.зн} \cdot N_{дем.зн} , \quad (3.4)$$

де $C_{дем.зн}$ - витрати на демонтаж одного знаку, $C_{дем.зн} = 73$ грн;

$N_{дем.зн}$ - кількість знаків, які необхідно демонтувати, $N_{дем.зн} = 19$ шт.

Розраховуємо витрати на демонтаж знаків:

$$K_{дем.зн} = 73 \cdot 19 = 1387 \text{ грн.}$$

Загальні капіталовкладення на демонтаж, встановлення та придбання дорожніх знаків визначаємо за формулою 3.2:

$$K_{зн} = 25412 + 1387 = 26799 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати на світлофорне регулювання складаються із витрат на їх придбання, монтаж та демонтаж світлофорів. Розраховуємо їх по формулі 3.6:

$$K_{св} = K'_{св} + K_{вст.св} + K_{дем.св} , \quad (3.6)$$

де K'_{cv} - витрати на придбання додаткових секцій світлофора, грн;

$K_{вст.св}$ - витрати на встановлення та монтаж світлофорів, грн;

$K_{дем.св}$ - витрати на демонтаж світлофорів, грн.

Витрати на придбання додаткових секцій світлофора розраховуємо по формулі 3.7:

$$K'_{cv} = C_{cv} \cdot N_{cv} , \quad (3.7)$$

де C_{cv} - вартість додаткової секції світлофора, $C_{cv} = 5301$ грн;

N_{cv} - кількість додаткових секцій світлофора, що їх потрібно встановити, $N_{cv} = 3$ шт.

Розраховуємо:

$$K'_{cv} = 5301 \cdot 3 = 15903 \text{ грн.}$$

Витрати на встановлення та монтаж світлофорів розраховуємо по формулі 3.8:

$$K_{вст.св} = C_{вст.св} \cdot N_{вст.св} + C_{вст.кр} \cdot N_{вст.кр} + C_{кр} \cdot N_{кр} , \quad (3.8)$$

де $C_{вст.св}$ - вартість встановлення світлофора, $C_{вст.св} = 816$ грн;

$N_{вст.св}$ - кількість встановлених світлофорів, що буди перенесені з однієї стійки на іншу, $N_{вст.св} = 22$ шт;

$C_{вст.кр}$ - вартість робіт зі встановлення кронштейну для світлофора, $C_{вст.кр} = 710$ грн;

$N_{вст.кр}$ - кількість світлофорних кронштейнів, що їх необхідно перенести, $N_{вст.кр} = 12$ шт;

$C_{кр}$ - ціна додатково придбаних кронштейнів для світлофорів для забезпечення безпеки руху на перехресті, $C_{кр} = 350$ грн;

$N_{кр}$ - кількість додатково придбаних кронштейнів для світлофорів,
 $N_{кр} = 9$ шт;

Розраховуємо витрати на встановлення світлофорів по формулі 3.8:

$$K_{вст.св} = 816 \cdot 22 + 710 \cdot 12 + 350 \cdot 9 = 29622 \text{ грн.}$$

Витрати на демонтаж світлофорів розраховуємо по формулі 3.9:

$$K_{дем.св} = C_{дем.св} \cdot N_{дем.св} + C_{дем.кр} \cdot N_{дем.кр} , \quad (3.9)$$

де $C_{дем.св}$ - вартість робіт по демонтажу транспортних та пішохідних світлофорів, $C_{дем.св} = 244$ грн;

$N_{дем.св}$ - кількість світлофорів, що необхідно перенести з одних стійок на інші, $N_{дем.св} = 20$ шт;

$C_{дем.кр}$ - вартість робіт по демонтажу кронштейну для світлофора, $C_{дем.кр} = 496$ грн;

$N_{дем.кр}$ - кількість кронштейнів, що їх необхідно демонтувати та перенести на інші опори, $N_{дем.кр} = 3$ шт.

За формулою 3.9 маємо:

$$K_{дем.св} = 244 \cdot 20 + 496 \cdot 3 = 6368 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати на світлофорне регулювання розраховуємо по формулі 3.6:

$$K_{св} = 15904 + 29622 + 6368 = 51894 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення на придбання та встановлення стійок для світлофорів та знаків розраховуємо по формулі 3.10:

$$K_{ст} = K'_{ст.мр} + K_{дем.ст} + K_{вст.ст} + K'_{ст.зн} + K_{вст.зн} , \quad (3.10)$$

де $K'_{ст.мр}$ - витрати на придбання нових світлофорних стійок, грн;

$K_{дем.ст}$ - витрати на демонтаж та перенесення існуючих світлофорних стійок, грн;

$K_{вст.ст}$ - витрати на монтаж світлофорних стійок, грн;

$K'_{ст.зн}$ - витрати на придбання нових стійок для знаку, грн;

$K_{вст.ст.зн}$ - витрати зі встановлення нових стійок для знаку, грн.

Витрати на придбання нових світлофорних стійок розраховуємо по формулі 3.11:

$$K'_{ст.мр} = C_{ст.мр} \cdot N_{ст.мр} , \quad (3.11)$$

де $C_{ст.мр}$ - вартість світлофорної стійки, $C_{ст.мр} = 11400$ грн;

$N_{ст.мр}$ - кількість нових світлофорних стійок, що їх потрібно встановити, $N_{ст.мр} = 2$ шт.

Маємо:

$$K'_{ст.мр} = 11400 \cdot 2 = 22800 \text{ грн.}$$

Витрати на демонтаж існуючих світлофорних стійок розраховуємо по формулі 3.12:

$$K_{дем.ст} = C_{дем.мр} \cdot N_{дем.мр} , \quad (3.12)$$

де $C_{дем.тр}$ - вартість демонтажу однієї світлофорної стійки,
 $C_{дем.тр} = 246$ грн;

$N_{дем.тр}$ - кількість світлофорних стійок, які потрібно демонтувати та перенести, $N_{дем.тр} = 4$ шт.

Витрати на демонтаж світлофорних стійок складають:

$$K_{дем.ст} = 246 \cdot 4 = 492 \text{ грн.}$$

Витрати на монтаж світлофорних стійок як нових, так і тих, що були демонтовані попередньо розраховуємо по формулі 3.13:

$$K_{вст.ст} = C_{вст.тр} \cdot C_{вст.тр} , \quad (3.13)$$

де $C_{вст.тр}$ - вартість встановлення однієї світлофорної стійки,
 $C_{вст.тр} = 506$ грн;

$C_{вст.тр}$ - кількість світлофорних стійок, які потрібно заново встановити,
 $C_{вст.тр} = 6$ шт.

Витрати на встановлення світлофорних стійок складають:

$$K_{вст.ст} = 506 \cdot 6 = 3036 \text{ грн.}$$

Витрати на встановлення нових стійок для знаків розраховуємо виходячи з того, що нам необхідно встановити лише один знак індивідуального проектування з попередніми напрямками руху до міст, площею 2 м^2 . Для його встановлення нам необхідно врахувати вартість двох нових стійок для знаку та їх монтаж.

Витрати на придбання двох стійок для знаку рахуємо по формулі 3.14:

$$K'_{ст.зн} = 2 \cdot C_{ст.зн} , \quad (3.14)$$

де $C_{ст.зн}$ - вартість стійки для знаку, $C_{ст.зн} = 1494$ грн.

Витрати на придбання двох стійок для знаку по формулі 3.14 складають:

$$K'_{ст.зн} = 2 \cdot 1494 = 2988 \text{ грн.}$$

Витрати на встановлення двох стійок для знаку розраховуємо по формулі 3.15:

$$K_{вст.ст.зн} = 2 \cdot C_{вст.ст.зн} , \quad (3.15)$$

де $C_{вст.ст.зн}$ - вартість встановлення стійки для знаку, $C_{вст.ст.зн} = 205$ грн.

Маємо:

$$K_{вст.ст.зн} = 2 \cdot 205 = 410 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення на придбання та встановлення стійок для світлофорів та знаків розраховуємо по формулі 3.10:

$$K_{ст} = 22800 + 492 + 3036 + 2988 + 410 = 29726 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення на пішохідне огороження розраховуємо по формулі 3.16:

$$K_{огр} = C_{огр} \cdot (C_{м.огр} + C_{вст.огр}) , \quad (3.16)$$

де $C_{огр}$ - довжина пішохідного огороження, що його буде встановлено обабіч проїзної частини, $C_{огр} = 55$ м;

$C_{м.огр}$ - вартість метру пішохідного огороження, $C_{м.огр} = 2350$ грн;

$C_{вст.огр}$ - вартість встановлення погонного метру пішохідного огороження, $C_{вст.огр} = 2500$ грн.

За формулою 3.16 маємо:

$$K_{огр} = 55 \cdot (2350 + 2500) = 266750 \text{ грн.}$$

Загальні капітальні витрати на ділянці дороги, що складається з двох перехресть: вул. Космічна – вул. Чумаченка, вул. Північноکیلцева – вул. Чумаченка та перегонів між ними розраховуємо по формулі 3.1:

$$K = 26979 + 51894 + 29726 + 266750 = 375168 \text{ грн.}$$

3.2 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ РІЧНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ

Річні експлуатаційні витрати складаються з відрахувань на ремонт та амортизацію ТЗОДР, на нанесення розмітки рахуємо по формулі 3.19:

$$C_{екс}^{річ} = C_{розм} + C_a + C_{рем} + C_{ел} , \quad (3.19)$$

де $C_{розм}$ - витрати на нанесення дорожньої розмітки, грн.

C_a - витрати на амортизаційні відрахування, грн.;

$C_{рем}$ - витрати на ремонт, грн.

Витрати на нанесення дорожньої розмітки визначаємо по формулі 3.20:

$$C_{розм} = \sum_{i=1}^n C_{розм.м^2} \cdot S_{розм} , \quad (3.20)$$

де $C_{розм.м^2}$ - ціна дорожньої розмітки та роботи з її нанесення, грн/м²,
(див. таблицю 3.2);

$S_{розм}$ - площа нанесення дорожньої розмітки, м (див. таблицю 3.2).

Визначаємо витрати на нанесення дорожньої розмітки по формулі 3.20:

$$C_{розм}^{1.1} = 352,88 \cdot 238,23 = 84067 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2 – Визначення площі нанесення дорожньої розмітки на трьох перехрестях ділянки проектування

Тип розмітки	Довжина, м	Ширина, м	Зафарбована частина	Площа, м ²
1.1	325	0,15	1	48,75
1.3	394,5	0,3	1	118,35
1.5	689	0,15	0,33	34,11
1.6	390	0,15	0,66	38,61
1.7	85,56	0,1	0,5	4,28
1.12	94,25	0,4	1	37,7
1.14.2	145	0,4	0,66	38,28
1.16.1				7,5
1.16.4				9,1
1.18				16,2
Всього				352,88

Визначаємо амортизаційні відрахування на дорожні знаки та світлофори та на пішохідне огороження разом зі стійками для знаків та світлофорів по формулі 3.21:

$$A = \frac{K_{\delta} \cdot a_{\delta}}{100}, \quad (3.21)$$

де K_{δ} - балансова вартість дорожніх знаків та світлофорів, пішохідного огороження та стійок для знаків на перехрестях після реорганізації, грн;

$a_{\delta n}$ - відсоткова амортизаційна ставка, % (для дорожніх знаків, світлофорів, ВПУ та блоків координаторів приймаємо 24% річних, для пішохідного огороження та стійок – 8% річних).

Амортизаційні відрахування на дорожні знаки, світлофори, на виносний пульт управління та на блоки-координатори по формулі 3.21 складають:

$$A_1 = \frac{(K_{\text{нов.зн}} + K_{\text{св}}) \cdot 24}{100};$$

$$A_1 = \frac{(25412 + 51894) \cdot 24}{100} = 18553 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на пішохідне огороження разом зі стійками для знаків та світлофорів по формулі 3.21 складають:

$$A_2 = \frac{(K_{\text{огр}} + K_{\text{см}}) \cdot 8}{100};$$

$$A_2 = \frac{(266750 + 29726) \cdot 8}{100} = 23718.$$

Загальні амортизаційні відрахування на ТЗОДР складають:

$$C_{ам} = 18553 + 23718 = 42271 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на поточний ремонт по формулі 3.22:

$$C_{розм} = \frac{K_6 \cdot a_p}{100} , \quad (3.22)$$

де K_6 - балансова вартість обладнання, встановленого на перехресті після реорганізації, грн;

a_p - норма щорічних відрахувань на поточний ремонт і утримання технічних засобів регулювання руху (для всіх ТЗОДР приймаємо 5%).

Витрати на поточний ремонт по формулі 3.22 складають:

$$C_{рем} = \frac{(26799 + 51894 + 29726 + 266750) \cdot 5}{100} = 18758 \text{ грн.}$$

Загальні річні експлуатаційні витрати визначаємо по формулі 3.19:

$$C_{екс}^{річ} = 42271 + 18758 = 61029 \text{ грн.}$$

3.3 РІЧНІ ВИТРАТИ ВІД ДТП ТА ТЕРМІН ОКУПНОСТІ

Матеріальні втрати від ДТП до здійснення заходів розраховують по формулі 3.31:

$$Z_{ДТП}^{існ} = \sum_{i=1}^n Z_{ДТП} \cdot N_{ДТП} , \quad (3.31)$$

$Z_{ДТП}$ – середні матеріальні втрати в залежності від збитків, що нанесені учасникам ДТП, грн. (таблиця 3.6);

$N_{ДТП}$ – кількість ДТП за рік по видам нанесених збитків.

На даній ділянці дороги за рік сталося 20 ДТП, серед яких всі з матеріальними збитками та 3 осіб було поранено.

Таблиця 3.6 - Середні матеріальні втрати від і-го ДТП

ДТП тільки з матеріальними збитками	100000
Поранення	150000
Смерть людини	200000

Матеріальні втрати від ДТП до здійснення заходів визначаємо по формулі 3.31:

$$C_{ДТП}^{до} = 20 \cdot 100000 + 3 \cdot 150000 = 2450000 \text{ грн.}$$

При проведенні декількох заходів щодо підвищення безпеки руху визначаємо коефіцієнт зниження кількості ДТП по формулі 3.32:

$$\Delta k = \prod_1^i k_i \quad (3.32)$$

де Δk_1 - очікуване скорочення кількості ДТП за рік після встановлення дорожніх знаків, виражене в частках одиниці, $\Delta k_1 = 0,66$;

Δk_2 - очікуване скорочення кількості ДТП за рік після введення пішохідного огороження, виражене в частках одиниці, $\Delta k_2 = 0,54$;

Δk_3 - очікуване скорочення кількості ДТП за рік після нанесення в зоні перехрестя горизонтальної розмітки, $\Delta k_3 = 0,616$;

Δk_4 - очікуване скорочення кількості ДТП за рік після встановлення додаткових секцій світлофорів, виражене в частках одиниці, $\Delta k_4 = 0,75$;

Визначаємо коефіцієнт зниження втрат від ДТП за формулою (3.32):

$$\Delta k = 0,66 \cdot 0,54 \cdot 0,616 \cdot 0,75 = 0,164$$

Матеріальні втрати від ДТП після здійснення заходів розраховують по формулі 3.33:

$$Z_{ДТП}^{np} = Z_{ДТП}^{icn} \cdot (1 - \Delta k), \quad (3.33)$$

де $Z_{ДТП}^{icn}$ - матеріальні втрати від ДТП до здійснення заходів, грн. ;

Δk - коефіцієнт зниження втрат від ДТП.

Матеріальні втрати від ДТП після здійснення заходів розраховуємо по формулі (3.33):

$$Z_{ДТП}^{np} = 2450000 \cdot (1 - 0,164) = 2048200 \text{ грн.}$$

Величина економії від ДТП визначається за формулою 3.35:

$$E_{ДТП} = Z_{ДТП}^{icn} - Z_{ДТП}^{np} \quad (3.34)$$

де $Z_{ДТП}^{icn}$ -матеріальні втрати від ДТП до здійснення заходів, грн. ;

$Z_{ДТП}^{np}$ -матеріальні втрати від ДТП по проекту, грн.

Визначаємо величину економії від ДТП за формулою 3.34:

$$E_{ДТП} = 2450000 - 2048200 = 401800 \text{ грн./рік}$$

Час окупності капітальних вкладень:

$$T_{ок} = 365 \cdot \frac{K + C_{екс}^{річ}}{E}, \quad (3.39)$$

$$T_{ок} = \frac{375394 + 61079}{401800} = 1 \text{ рік.}$$

На основі проведених розрахунків можна зробити однозначний висновок, що запровадження проєкту є економічно доцільним, оскільки від його реалізації досягається заощадження умовних витрат на ліквідацію наслідків дорожньо-транспортних пригод в зоні сїни схеми організації дорожнього руху.

ВИСНОВКИ

Відповідно до завдання на дипломний проект, розроблено схему організації дорожнього руху по вул. Чумаченка та вул. Північнокільцева м. Запоріжжя. Для цього було проведено аналіз існуючої дорожньо-транспортної ситуації на ділянці проектування, запропоновано міри по покращенню організації дорожнього руху та розроблено заходи по підвищенню безпеки руху.

В результаті було проведено: розрахунок тривалостей роботи світлофорних об'єктів в ізолюваному режимі, встановлено пішохідне огороження на перехресті вул. Північнокільцева – вул. Чумаченко, обладнано додатково один підхід на перехресті вул. Космічна – вул. Чумаченка світлофорами, забезпечивши регламентований виїзд транспортних засобів з даного підходу та вдосконалено існуючу схему дислокації технічних засобів організації у відповідності до розроблених заходів реконструкції.

Для введення в дію проекту управління дорожнім рухом по вул. Чумаченка м. Запоріжжя проведено економічний розрахунок з метою визначення доцільності запропонованих заходів. Було визначено термін окупності капітальних вкладень складає 12 місяців.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах [Електронний ресурс] : монографія / Є. Ю. Формальчик, І. А., Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич ; за заг. ред. Є. Ю. Формальчика . — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018 . — 236 с. — Режим доступу: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4224>
2. Geometrical and Functional Criteria as a Methodological Approach to Implement a New Cycle Path in an Existing Urban Road Network: A Case Study in Rome / Paola Di Mascio, Gaetano Fusco, Giorgio Grappasonni [та ін.]. // Sustainability. - 2018. - С. 1-19.
3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни „Екологічні характеристики схем організації дорожнього руху”, на тему „Екологічна характеристика руху транспортного потоку на ділянці міської магістралі”, для студентів спеціальності „Організація дорожнього руху” / Укл. В.М. Богаченко, О.О. Бакуліч, О.В. Красильнікова. –К.: КАДІ, 1993 – 28 с.
4. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука, О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
5. Запорізька міська рада [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zp.gov.ua/ru/page/dniprovskij>
6. Возняк, О. М. Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах [Текст] : монографія / О. М. Возняк, В. І. Гаврилюк; Дніпровськ. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2019. – 282 с.