

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

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЖОРСТКОГО СВІТЛОФОРНОГО
РЕГУЛЮВАННЯ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦЬ КОСМІЧНОЇ ТА
ОЛЕКСАНДРА ГОВОРУХИ У М. ЗАПОРІЖЖІ**

Виконав: студент II курсу, групи Т-313М
спеціальності (напряму підготовки)

275 «Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Симоненко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Трушевський В.Е.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Муромов А.В.

(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

проф. С.М. Турпак

23 11 2018 року

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

Симоненку Владиславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення ефективності жорсткого світлофорного регулювання на перехресті вулиць Космічної та Олександра Говорухи у м. Запоріжжі
 керівник проекту (роботи) Трушевський В.Е., канд. техн. наук, доц.
 (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.

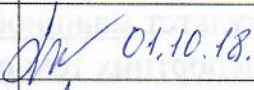
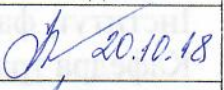
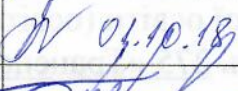
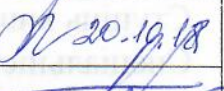
3. Вихідні дані до проекту (роботи) інтенсивності дорожнього руху, геометричні параметри вулично-дорожньої мережі, характеристики маршрутів громадського транспорту, існуючі схеми організації дорожнього руху, дані про дорожньо-транспортні пригоди

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина; 2 Основна частина; 2.1 Дослідження характеристик дорожнього руху; 2.2 Розробка комплексної схеми організації дорожнього руху; 2.3 Перевірка доцільності запровадження проектної схеми організації дорожнього руху; 3 Соціально-економічна частина; 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1 Вулично-дорожня мережа в районі проектування; 2 Цифрограми інтенсивностей; 3 Аналіз аварійності; 4 Базова КСОДР; 5 Схема пофазового роз'їзду і циклограма світлофорного регулювання (базовий варіант); 6 Схема пофазового роз'їзду і циклограма світлофорного регулювання (проектний варіант); 7 Проектна КСОДР; 8 Фазо-траєкторний аналіз складності перехрестя; 9 Техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Трушевський В.Е., доц.	 01.10.18.	 20.10.18
Основна частина	Трушевський В.Е., доц.	 01.10.18.	 20.10.18
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доц.		

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)

Симоненко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Трушевський В.Е.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 85 с., 5 рис., 29 табл, 17 джерел.

Об'єкт дослідження – перехрестя вул. Космічної та О. Говорухи у м. Запоріжжі.

Мета роботи – розробка заходів із вдосконалення організації дорожнього руху.

Метод дослідження – аналітичний.

В магістерській роботі проаналізовано поточну дорожньо-транспортну ситуацію на перехресті вулиць Космічної та О. Говорухи в м. Запоріжжі, зокрема інтенсивності дорожнього руху, транспортні затримки, аварійність, застосування та режими роботи технічних засобів організації дорожнього руху. За результатами аналізу запропоновано впровадження заходів організації дорожнього руху: зміна параметрів проїзної частини, режиму роботи світлофора, розстановки дорожніх знаків та застосування дорожньої розмітки. Доцільність впровадження запропонованих проектних рішень економічно обґрунтовано.

ПОФАЗОВИЙ РОЗ'ЇЗД, ДИСЛОКАЦІЯ, СВІТЛОФОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, АВАРІЙНІСТЬ, РОЗМІТКА, СВІТЛОФОРНИЙ ОБ'ЄКТ, ТРАНСПОРТНІ ЗАТРИМКИ, СИГНАЛЬНІ ГРУПИ

ЗМІСТ

Завдання на роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Дослідження дорожньо-транспортної ситуації в районі проектування.....	8
1.2 Дослідження характеристик дорожнього руху.....	11
1.2.1 Дослідження інтенсивності та складу транспортного потоку.....	11
1.2.2 Дослідження швидкості руху,.....	14
1.3 Аналіз дорожньо-транспортних пригод.....	18
1.4 Дослідження організації дорожнього руху.....	28
1.4.1 Аналіз та виявлення недоліків у схемі організації дорожнього руху.....	28
1.4.2 Дослідження діючого режиму світлофорного регулювання.....	28
1.5 Дослідження науково-технічної інформації.....	30
1.6 Визначення недоліків та постановка задач дипломного проектування.....	34
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	35
2.1 Розробка планувальних заходів організації дорожнього руху....	35
2.2 Розробка комплексної схеми організації дорожнього руху	37
2.2.1 План оперативних заходів організації дорожнього руху.....	37
2.2.2 Зміна структури світлофорного циклу.....	38
2.2.3 Застосування дорожніх знаків та розмітки.....	51

2.3 Перевірка доцільності запровадження проектної схеми організації дорожнього руху.....	54
3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	62
3.1 Розрахунок капітальних витрат.....	62
3.2 Розрахунок поточних витрат.....	64
3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті....	65
3.4 Економія від зменшення числа та важкості ДТП.....	68
3.5 Розрахунок терміну окупності проекту.....	72
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	73
4.2 Заходи із забезпечення безпеки.....	73
4.3 Заходи із забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.....	75
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	77
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях....	79
Висновки.....	83
Перелік посилань.....	84

ВСТУП

За даними Європейського банку реконструкції і розвитку, за три останніх роки в дорожньо-транспортних пригодах на території України загинули близько 20 тисяч та отримали важкі тілесні пошкодження близько 40 тисяч осіб, щорічний збиток держави від наслідків дорожньо-транспортних пригод становить близько п'яти мільярдів доларів. Цифри 2017 року показують, що рівень смертності, який становив 113 смертей на мільйон мешканців, був одним з найвищих у Європі, а 710 смертей на мільйон транспортних засобів перевищує у 9 разів такий самий показник у Нідерландах, Швеції та у Великобританії.

У звіті наголошується, що одним з головних напрямів вдосконалення сфери дорожнього руху, спрямованим на зменшення кількості і важкості дорожньо-транспортних пригод є модернізація інфраструктури вулично-дорожньої мережі.

У містах з населенням більше 250 тисяч осіб 70% всіх дорожньо-транспортних пригод стаються на перехрестях чи під'їздах до них. Недоліки організації дорожнього руху та невідповідність заходів і засобів, що застосовуються поточним дорожнім умовам, зокрема характеристикам транспортних та пішохідних потоків, що останнім часом динамічно змінюються, стають побічними причинами дорожньо-транспортних пригод. Вкладені в заходи організації дорожнього руху кошти дають економічний та соціальний ефект в багатьох сферах людської діяльності, тому такі інвестиції є виправданими.

В дипломному проекті проаналізовано дорожньо-транспортну ситуацію на перехресті міських вулиць міста Запоріжжя, запропоновано конкретні і обґрунтовані заходи планувального та організаційного характеру для покращення дорожніх умов.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Дослідження дорожньо-транспортної ситуації в районі проектування

Дорожньо-транспортна ситуація (ДТС) – це комплексна характеристика, що враховує вплив на дорожні умови з точки зору всіх характеристик системи «водій – автомобіль – дорога – середовище».

Об'єкт дослідження – перехрестя вулиць Космічної та О. Говорухи, що розташоване в Комунарському районі м. Запоріжжя.

Територія міста - 334 кв. км. Місто розташоване в закруті Дніпра, на перетинанні водяних, залізничних і автомобільних шляхів. Ріка Дніпро - не тільки важлива транспортна артерія. З нею пов'язані найбагатші історичні і культурні традиції всієї України.

Сьогодні місто відоме не тільки в Україні, але і далеко за її межами своїм могутнім промисловим потенціалом, високоосвіченими і професійними кадрами, славними історичними і культурними традиціями.

Запоріжжя - великий індустріальний центр, що займає третє місце в Україні по промисловому потенціалу і шосте - по чисельності населення. За станом на 01.01.2018 чисельність населення в м.Запоріжжі склала 745,432 тис.осіб., або 43,1% від загальної чисельності населення Запорізької області. Кількість населення Комунарського району на 01.04.18 в районі складає 130,7 тис. осіб. У місті діють близько 168 промислових підприємств, загальна кількість підприємств усіх форм власності - 17 тис. Найбільш розвинені в Запоріжжі металургійна галузь (представлена 18 найбільшими в Україні металургійними підприємствами), машинобудування (66 підприємств), виробництво будматеріалів (21 підприємство). Продукція

запорізьких підприємств "Запоріжсталь", "Дніпроспецсталь", "Запорізький алюмінієвий комбінат", "Мотор-Січ", "Титаномagneзійовий комбінат" користаються попитом не тільки в СНД, але й у країнах Європи. Запоріжжя є найбільш могутнім в Україні містом-виробником електроенергії, високоякісних сталей, феросплавів, кольорових металів, абразивної продукції, силових трансформаторів, різного устаткування і машин.

До складу міста його складу входять 7 районів: Дніпровський, Хортицький, Вознесенівський, Олександрівський, Шевченківський, Заводський та Комунарівський. Комунарський район знаходиться в південно-східній частині міста. На його території розташовані Космічний, Південний житлові масиви, а також Первомайський, Второмайський, Південний, Чкаловський висілки (лист 1 графічної частини).

Вулично-дорожня мережа у житлових масивах та висілках суттєво відрізняється: якщо у масивах переважають широкі вулиці з тротуарами та розділювальними смугами, протяжні квартали, то у висілках наявні переважно вузькі дороги здебільшого з неудосконаленим покриттям. Вулично-дорожня мережа має прямокутну структуру, проте внаслідок різниці планів забудови житлових масивів та висілків, на межах останніх добре видно різну спрямованість сітки, що призводить до появи перехресть під гострими та тупими кутами.

Головними вулицями у районі є такі: Космічна, Чумаченка, Європейська, Північнокільцева, О. Говорухи, Юності, Автострадна, Автозаводська, Новокузнецька, Привокзальна, Ласточкина, а також проспект Соборний. Вулиця Космічна та проспект Соборний є вулицями міського значення.

Вулиця Космічна розташована в Кмунарському районі та перетинає його з північного заходу на південний схід та є вулицею районного значення з частково регульованим рухом. Основними перехрестями є перехрестя з вулицями Чумаченка, Ситова, О. Говорухи, Столярною, Броньовою, Святоволодимирською. Перехрестя з вулицями Чумаченка, О. Говорухи, Столярною, Броньовою регулюються світлофорною сигналізацією за двопрограмними жорсткими локальними режимами. Вздовж усієї вулиці є тротуари, відділені від проїзної частини технічними смугами.

Вулицею проходять маршрути міського транспорту: автобусні, тролейбусний, маршрутного таксі.

Вулиця О. Говорухи є вулицею районного значення та перетинає Комунарський район з південного заходу на північний схід. Вулиця поєднує між собою Південний та Космічний житлові масиви Комунарського району.

Вулицею пролягають маршрути громадського транспорту: тролейбусні, автобусні та маршрутного таксі.

Згідно до затвердженої схеми маршрутного орієнтування м. Запоріжжя, маршрут руху транзитного транспорту, що поєднує перетин Оріхівського шосе та автодороги Харків – Сімферополь із об'їзною магістраллю вул. Набережною проходить наступним чином (лист 1 графічної частини):

- в напрямі на Нікополь, Дніпропетровськ: вул. Космічна – вул. Чумаченка - вул. Північнокільцева - вул. Комарова – вул. Парамонова – вул. О. Говорухи – вул. Автозаводська;
- в напрямі на Сімферополь, Оріхів: вул. Автозаводська - вул. О. Говорухи - вул. Парамонова - вул. Комарова - вул. Північнокільцева - вул. Чумаченка - вул. Космічна.

1.2 Дослідження характеристик дорожнього руху

1.2.1 Дослідження інтенсивності та складу транспортного потоку

До характеристик дорожнього руху, що підлягають дослідженню для вирішення задач проектування, відносяться інтенсивність дорожнього руху, склад транспортного потоку та швидкість руху транспортних засобів.

Інтенсивність руху – це кількість транспортних засобів, що проїждить певний переріз проїзної частини протягом одиниці часу. Зазвичай інтенсивність руху для полегшення розрахунків та подання нормативів зводиться до величини, вираженої у легкових автомобілях та приймається у розрахунку за 1 годину. Для зведення інтенсивностей до легкових авто використовуються зазначені у ДБН коефіцієнти зведення (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Коефіцієнти зведення транспортних засобів до легкового автомобіля

Вид транспортного засобу	Коефіцієнт зведення
Легковий автомобіль	1
Автобус, тролейбус	3
Мікроавтобус	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 1,5 т	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 8 т	2
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 12 т	3
Автопоїзд	4

Режим світлофорного регулювання розробляється для пікового періоду доби (17.00 – 19.00) для робочих днів (понеділок – п'ятниця), тому інтенсивності руху виміряні саме в цей час.

За цими даними розробляється цифрограма інтенсивностей, тобто наочне зображення напрямів та інтенсивностей руху транспортних засобів. При розробці цифрограми інтенсивностей необхідно виходити з умови нерозривності транспортного потоку на перехрестях, тобто інтенсивності руху у вхідних перерізах перехресть повинні відповідати інтенсивностям у вихідних перерізах попередніх перехресть та вихідних перерізах цих перехресть.

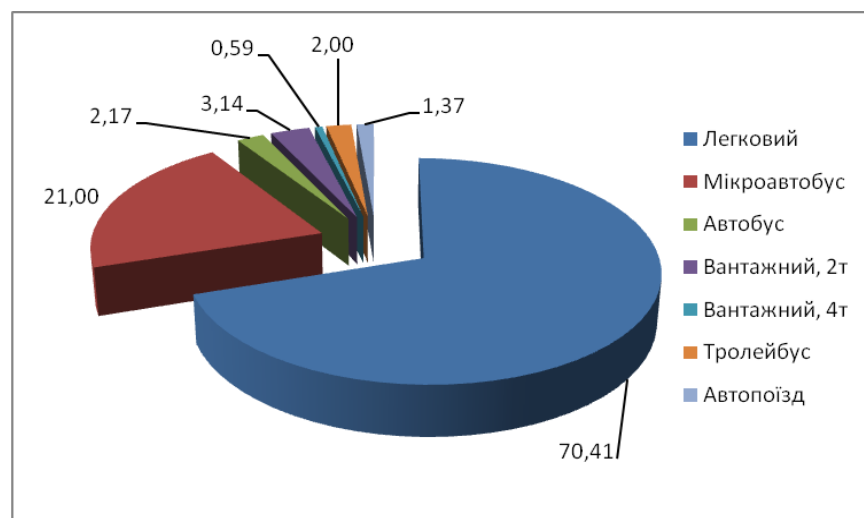
Результати обліку інтенсивності руху на перехрестях показано на листі 2 графічної частини проекту. Для облікованого транспортного потоку проведено аналіз складу, що його наведено в табл 1.2 та на рис. 1.1

Таблиця 1.2 – Дані зі складу транспортного потоку

Тип транспортного засобу	Відсоток у потоці
Легковий	70,41
Мікроавтобус	21,00
Автобус	2,17
Вантажний, 2т	3,14
Вантажний, 4т	0,59
Тролейбус	2,00
Автопоїзд	1,37

За даними аналізу складу потоку встановлено, що більшість потоку складають легкові автомобілі, також 25% потоку становлять

маршрутні транспортні засоби громадського користування. Відсоток вантажних автомобілів невеликий, проте він розподіляється по під'їздах до перехрестя нерівномірно: найбільша кількість вантажних автомобілів прямує з правим поворотом з вул. О. Говорухи та з лівим поворотом з вул. Космічної.



Риунок 1.1 – Склад транспортного потоку, %

Також проаналізовано розподіл інтенсивностей руху транспортних засобів на під'їздах до перехрестя (рис. 1.2)

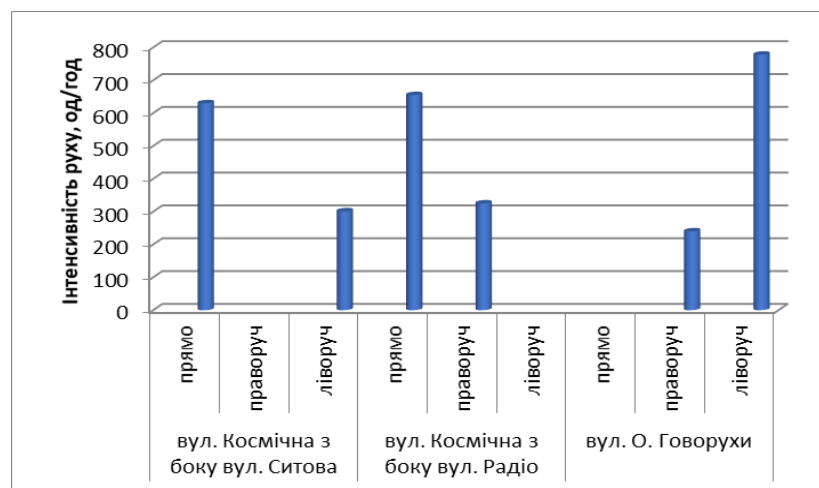


Рисунок 1.2 – Розподіл інтенсивностей транспортних засобів на підходах до перехрестя.

1.2.2 Дослідження швидкості руху

Розподіл швидкості руху автомобілів у транспортному потоці підкоряється нормальному закону розподілу ймовірностей:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma_v^2}} \quad (1.1)$$

де $\bar{v}$ - середня швидкість транспортного потоку, км/год;

σ_v - середнє квадратичне відхилення швидкостей окремих транспортних засобів, км/год.

У розрахунках режимів світлофорних об'єктів необхідна так звана швидкість 85-% забезпечення, тобто швидкість, яку, за статистичними даними, не перевищують 85% фізичних одиниць транспортного потоку, що рухаються по даній ділянці мережі.

Встановити значення цієї швидкості можна шляхом проведення статистичної обробки вибірки значень миттєвої швидкості руху. Ці значення були отримані для всіх перегонів Космічного мікрорайону шляхом вимірювання радарним пристроєм в режимі рухомої лабораторії.

Для отриманого статистичного ряду можна встановити параметри нормального закону розподілу – математичне очікування та стандартне відхилення.

$$m = k^{-1} \times \sum_{i=1}^k V_i, \quad (1.2)$$

де k - число спостережень у вибірці;

V_i - значення результату спостереження, $км/год$

$$\delta = \sqrt{D} \quad (1.3)$$

де D - дисперсія значень, $км^2 / год^2$

Надамо визначення інтегральної функції:

$$F(x) = P(X < x) \quad (1.4)$$

А значить справедливе таке твердження:

$$F(x) = \int_0^x f(X) \quad (1.5)$$

Інтегральна функція показує імовірність того, що значення випадкової величини буде менше аргументу цієї функції. Значить, для нормального закону розподілу ймовірностей можна записати:

$$F(X) = \int_0^x \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-v)^2}{2\delta_v^2}} dx \quad (1.6)$$

Якщо значення імовірності дорівнює 0,85, то

$$F(0.85) = \int_0^x \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-v)^2}{2\delta_v^2}} dx \quad (1.7)$$

Слід розв'язати це рівняння відносно x , тобто знайти значення верхньої межі інтегрування. Для цього застосовуємо функцію Лапласа:

$$P(a < X < b) = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} \int_a^b e^{-t^2} \delta\sqrt{2} dt = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_a^b e^{-t^2} dt = \frac{1}{2} [\Phi(\beta) - \Phi(\alpha)] \quad (1.8)$$

Слід знайти зворотний розв'язок, тобто значення β , оскільки $\alpha = 0$. Для наближеного обчислення скористаємось функцією НОРМОБР додатку «Майкрософт Ексель».

За допомогою обчислення функції Лапласа (функції зворотного нормального розподілу) для значень середнього арифметичного та математичного очікування, отриманих при статистичній обробці вибірок, встановлено для ділянки вулично-дорожньої мережі швидкість 85-% забезпечення (рис. 1.3).

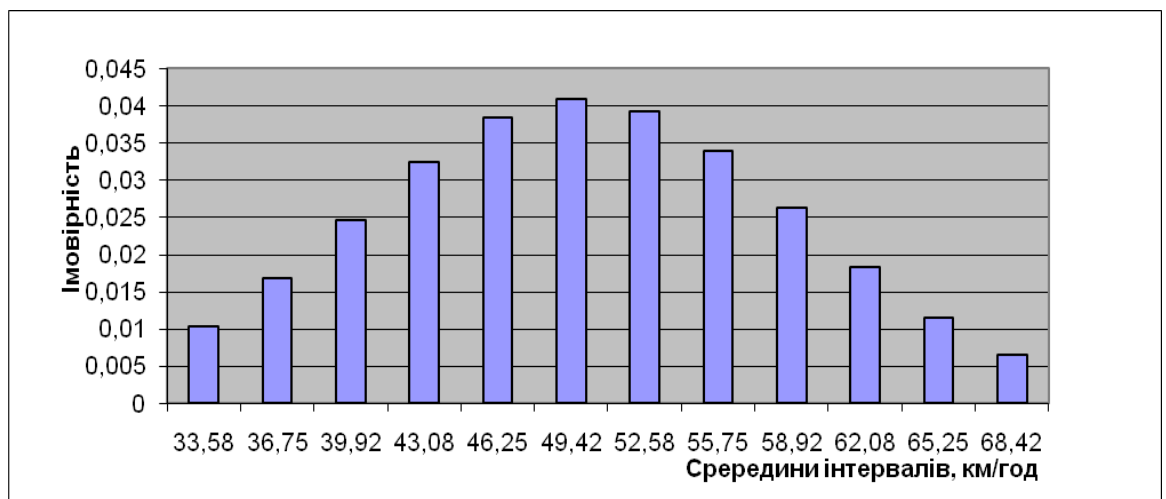


Рисунок 1.3 – Дослідження швидкостей руху

Зважаючи, що швидкість 60 км/год є максимально припустимою, , визначаємо швидкість 85-% забезпечення рівною 55 км/год. Приклад вибірки за результатами дослідження наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Результати замірів швидкостей на підходах до перехрестя вул. Космічної та вул. О. Говорухи

Номер спостереження	Швидкість, км/год	Номер спостереження	Швидкість, км/год	Номер спостереження	Швидкість, км/год	Номер спостереження	Швидкість, км/год
1	65	11	64	21	40	31	60
2	40	12	32	22	32	32	66
3	55	13	45	23	48	33	45
4	42	14	48	24	50	34	55
5	55	15	43	25	50	35	51
6	56	16	60	26	55	36	45
7	50	17	55	27	60	37	49
8	60	18	65	28	47	38	40
9	35	19	70	29	45	39	45
10	39	20	53	30	40	40	35

Середнє значення становить 49.75 км/год, стандартне відхилення – 9.79 км/год; значення функції зворотного нормального розподілу становить 59.95 км/год.

1.3 Аналіз дорожньо-транспортних пригод

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) – це таке порушення нормального режиму дорожнього руху, в результаті котрого внаслідок контакту рухомих транспортних засобів між собою або з іншими учасниками дорожнього руху або перешкодами, нанесено матеріальні збитки, або (чи) є постраждалі або (чи) загиблі.

Відповідно до вимог Закону України «Про дорожній рух», при виконанні робіт по ремонту і утриманню автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів дорожньо-експлуатаційні організації у першочерговому порядку повинні здійснювати заходи щодо безпеки дорожнього руху на основі обліку і аналізу дорожньо-транспортних подій, результатів обстежень і огляду автомобільних доріг, вулиць та залізничних переїздів, і передусім на аварійних і небезпечних ділянках та у місцях концентрації дорожньо-транспортних подій. Облік та аналіз дорожньо-транспортних подій проводиться передусім з метою вжиття заходів щодо виявлення їх причин, мінімізації наслідків та негайного вжиття усіх можливих заходів щодо попередження їх виникнення.

Кожне окреме ДТП це випадкове явище, статистичний аналіз великої кількості ДТП дозволяє отримати загальні закономірності їх виникнення.

Існують 3 напрями вивчання матеріалів обліку ДТП:

1.Оцінка стану аварійності на певній ділянці або транспортній системі і виявлення тенденцій в їхніх змінах у зв'язку з виконаними діями організації руху.

2.Виявлення причин і факторів зумовлених виникненням ДТП і розробка засобів для їх позбавлення.

3.Виділення місць і ділянок доріг з найбільшою концентрацією ДТП.

ДТП класифікуються за такими ознаками:

- 1) за тяжкістю наслідків;
- 2) за видами;
- 3) за місцем виникнення .

За тяжкістю наслідків ДТП бувають:

- 1) з летальними наслідками;
- 2) з пораненням людей;
- 3) тільки з матеріальними збитками.

За видами ДТП бувають:

- 1) зіткнення транспортних засобів (ТЗ);
- 2) перекидання ТЗ;
- 3) наїзд на перешкоджання;
- 4) наїзд на пішохода;
- 5) наїзд на ТЗ, який стоїть.

ДТП не зумовлюється однією причиною, на 100 ДТП з'ясовується 250 причин і факторів.

Основні групи причин і факторів виникнення ДТП:

- 1) порушення ПДР;
- 2) недоліки кваліфікації водіїв;
- 3) недисциплінованість і незнання ПДР пішоходами;
- 4) недоліки в конструкції і технічна несправність ТЗ;
- 5) поганий стан дорожніх умов;
- 6) недоліки організації руху.

На всі порушення можна впливати з метою їх ліквідації не тільки посиленням нагляду за дисципліною дорожнього руху , але й поліпшенням організації дорожнього руху.

Поняття та критерії визначення місць (ділянок) концентрації ДТП.

1. Місця концентрації ДТП - це перехрестя вулиць чи доріг, зупинки пасажирського транспорту загального користування, пішохідні переходи, залізничні переїзди, штучні споруди та інші елементи вулично-дорожньої мережі, на яких має місце критерій зазначений в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Критерії віднесення до місця (ділянки) концентрації ДТП

Міста	Кількість населення, тис.чол.	Кількість ДТП, що скоєно протягом		
		Одного року	Двох років	Трьох років
1	2	3	4	5
Найбільші	Більше 1000	3	5	6
Більші	250-1000	3	4	5
Великі	100-250	-	3	4
Середні та малі	До 100	-	-	3

2. Ділянки концентрації ДТП – це частина вулиці між перехрестями протяжністю понад 50м, на яких має місце критерій, зазначений в таблиці 1.1. Доцільну довжину ділянки приймати від 50 до 100м.

3. До місць або ділянок концентрації ДТП відносяться такі, де кількість скоєних ДТП дорівнює або перевищує критерії, наведені у таблиці 1.4.

Місця, в яких кількість ДТП досягла наведеної в таблиці 1 позначаються на карті (схемі) шляхом обведення їх зони контуром червоного кольору і підлягають негайній постанові на облік. В подальшому всі скоєні в них ДТП заносяться тільки до картки обліку місця (ділянки) концентрації ДТП.

На кожне місце (ділянку) концентрації ДТП заводиться картка обліку до неї заносяться всі авто пригоди, що скоєні в даному місці (ділянці) за період картографічного аналізу та до зняття з обліку. В картці фіксуються також час а обставини споєння ДТП, його наслідки дорожні умови та недоліки в організації дорожнього руху, що зазначені в акті обстеження.

В картці або на окремому аркуші, що додається до неї, фіксуються всі результати проведених обстежень у вигляді масштабної схеми відповідної ділянки вуличної – дорожньої мережі з відображенням геометричних параметрів ділянки вуличної – дорожньої мережі та інших відомостей про дорожні умови і існуючі схеми організації дорожнього руху та позначенням ДТП.

До картки обліку додаються заходи, що пропонується впровадити для усунення недоліків в організації дорожнього руху та незадовільних дорожніх умов, які привели до виникнення місця концентрації ДТП у вигляді схеми, копії приписів, а також всі письмові відповіді на них. В картці робляться відмітки про виконання заходів.

Картки та всі матеріали до них зберігаються з моменту виявлення місць концентрації і протягом року після зняття даного місця з обліку.

Обстеження місць (ділянок) концентрації ДТП виконується з метою встановлення і фіксації існуючих дорожніх умов та недоліків в організації дорожнього руху, що сприяли їх виникненню.

Обстеження проводиться візуально та із застосуванням, в разі необхідності, спеціальних приладів та засобів. При цьому вивчаються безпосередньо місце концентрації ДТП та примикаючи до них ділянки – зони впливу (для перехрестя не менш ніж 50 м, для перегону – 100 м в кожний бік).

При обстеженні місць концентрації ДТП вивчаються і позначаються в картці або окремій схемі в масштабі 1:500, що додаються до неї:

- наявність та розташування місць тяжіння транспорту та пішоходів (прохідних та воріт підприємств і установ, торговельних закладів, місць масового відпочинку, автовокзалів, вокзалів, дитячих та навчальних закладів, спортивних споруд, пунктів харчування, тощо);

- наявність біля них спеціальних площадок для зупинок та тимчасового зберігання транспорту, їх відповідальність вимогам БНіП;

- інтенсивність і склад транспортних потоків, їх розподіл за напрямками руху та інтенсивність пішохідних потоків (підрховані в години пік і найбільше аварійний час доби);

- швидкість руху транспортних засобів (на перегонах), із затримки на перехрестях та потоки насичення;

- параметри плану і профілю ділянок вулично-дорожньої мережі (відповідність ширини проїзної частини і кількість смуг для руху існуючий його інтенсивності, наявність додаткових смуг для руху на підйомі перед перехрестями, перехідно – швидкісних смуг,

поширення та наявність віражів на кривих малого радіусу; повздовжні ухили на підходах, тощо);

- видимість транспортних засобів, що рухаються по конфліктуючих напрямках, видимість ТЗРДР (технічні засоби регулювання дорожнього руху) та їх відповідність нормативам;

- стан проїзної частини;

- наявність тротуарів, пішохідних доріжок (особливо в районі зупинок міського пасажирського транспорту) і їх стан;

- розташування зупинок пасажирського транспорту загального користування;

- наявність пішохідних переходів, відповідність їх розміщення основним напрямкам пішохідних потоків та вимогам нормативних документів, їх обладнання дорожніми знаками, розміткою, достатність інформування про їх розташування пішоходів;

- розташування технічних засобів регулювання дорожнього руху, його відповідність дислокаціям та вимогам ДСТУ;

- наявність світлофорного регулювання, режими його роботи;

- характерні порушення Правил дорожнього руху (шляхом прихованого нагляду).

4. Якщо після виявлення, постановки на облік та проведення обстеження місця (ділянки) концентрації ДТП в ньому змінюються умови дорожнього руху чи параметри транспортних потоків, у картці обліку необхідно зробити відповідні відмітки та відкорегувати налічені заходи.

З зазначеного вище можна зробити висновок, що перехрестя, що розглядається, є місцем концентрації ДТП, оскільки на ньому показник кількості ДТП перевищує норматив по віднесенню до місця концентрації ДТП для міста з населенням 745,432 тис. осіб.

З метою ґрунтовного аналізу ДТП на ділянці проектування оброблено матеріал Книги обліку ДТП по м. Запоріжжю за 2016 та 2017 роки. Кінцевим результатом аналізу аварійності на об'єкті, що підлягає реконструкції, є встановлення причин ДТП, що їх може бути усунено шляхом проведення різного роду заходів організації дорожнього руху. Для цього у вибірці ДТП, які самі по собі є випадковими подіями, необхідно визначити закономірні обставини, ліквідація яких дозволить зменшити імовірність виникнення аналогічних ДТП. Вказані обставини можуть викликати ДТП різного виду та нерівномірно проявлятися у часі. Дані, що їх встановлено стосовно аварійності на проєктованій ділянці надано в табл. 1.5 та вміщено у вигляді діаграм на листі 3 графічної частини.

Основними класифікаційними ознаками при проведенні аналізу ДТП є час та місце скоєння ДТП, його вид, кількість учасників ДТП, кількість загиблих, кількість постраждалих та важкість їх травм, кількість транспортних засобів, що причетні до ДТП, їх пошкодження.

Таблиця 1.5 - Результати аналізу ДТП

Параметри		Значення
1	2	3
Кількість ДТП за 2 роки		13
Наслідки ДТП	без постраждалих	7
	постраждалі середнього ступеня	2
	постраждалі важкого ступеня	3
	загиблі	1
Постраждалі категорії учасників дорожнього руху	водії та пасажери	3
	пішоходи	3

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
Розподіл ДТП по видах	Зіткнення	6
	наїзд на транспорт, що стоїть	1
	Наїзд не перешкоду	2
	Наїзд на пішохода	4
ДТП, що пов'язані зі світлофорним регулюванням		6
Місяці року	1	1
	2	
	3	2
	4	
	5	2
	6	1
	7	1
	8	
	9	3
	10	
	11	2
	12	1
Години доби	0	
	1	1
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
	8	3
	9	
Години доби	10	1
	11	
	12	
	13	
	14	1
	15	
	16	2
	17	
	18	3
	19	
	20	2
	21	
	22	
	23	
Дні тижня	понеділок	1
	вівторок	2
	середа	2
	четвер	1
	п'ятниця	4
	субота	
	неділя	3

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
Причини ДТП	порушення правил маневрування	4
	перевищення швидкості	1
	порушення ПДР пішоходами	2
	порушення дистанції	2
	порушення правил проїзду перехресть	3
	порушення сигналів регулювання	1

В результаті проведеного аналізу аварійності можна зробити певні висновки: майже половина ДТП (46%) за видом є зіткненням, майже третина всіх ДТП (31%) – наїзди на пішоходів; найбільша кількість ДТП на перехресті сталася у вересні (імовірна причина – збільшення інтенсивності руху) дещо менша кількість – у весняні місяці та наприкінці осені (імовірна причина – дорожні умови); найбільша кількість ДТП стається у години-пік, що пов'язано із розташуванням перехрестя на в'їзді (виїзді) з мікрорайону; найбільш аварійний день – п'ятниця, що є загальною тенденцією та неділя; майже половина ДТП пов'язані зі світлофорним регулюванням, тобто зафіксовано зв'язок дій чи бездіяльності учасників ДТП з фазою режиму світлофорного регулювання на момент виникнення аварійної ситуації; 53% ДТП були без постраждалих, важкість отриманих учасниками ДТП травм розподіляється приблизно однаково; найбільша кількість ДТП спричинена порушенням правил маневрування та правил проїзду перехресть, що є загальною тенденцією для регульованих перехресть такого типу.

1.4 Дослідження організації дорожнього руху

1.4.1 Аналіз та виявлення недоліків у схемі організації дорожнього руху

В результаті проведеного аналізу діючої схеми організації дорожнього руху на перехресті виявлено кілька недоліків в організації дорожнього руху (лист 4 графічної частини). Частина дорожніх знаків, що відповідно до діючих нормативів повинні застосовуватися на цьому перехресті, відсутні (5.35 «Пішохідний перехід», 5.41 та 5.43 «Місце зупинки автобуса» та «Місце зупинки тролейбуса», 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку». Повністю відсутня дорожня розмітка. Крім того, зупинка громадського транспорту «Вулиця Радіо» в напрямку вул. Радіо знаходиться на перехресті, хоча, відповідно [1], зупинки можуть розташовуватися перед перехрестям чи за ним.

1.4.2 Дослідження діючого режиму світлофорного регулювання

Перехрестя вул. Космічної та О. Говорухи має двофазну організацію руху з зеленим додатковим елементом у напрямі 1 (лист 5 графічної частини). Значна кількість дорожньо-транспортних пригод за участю пішоходів та транспортних засобів, що рухалися від (до) магазину, що знаходиться поруч, змусила розкріпити напрям 1 та встановити за цим напрямів додаткову стоп-лінію регулювання. При цьому відпрацювання означених напрямів продовжує виконуватися синхронно. Транспортні засоби, що очікують лівого повороту в напрямі 1 зупиняються на пішохідному регульованому переході. Зважаючи, що така кількість транспортних засобів, яка звертає ліворуч не може

рухатися без створення заторової ситуації на зелений додатковий сигнал, тому частина транспортних засобів залишається на переході, створюючи таким чином перешкоди для пішоходів. Слід звернути увагу, що в цій ситуації не має місце порушення водіями вимог Правил дорожнього руху. До того ж, інтенсивність правоповоротного руху по вул. О. Говорухи є значною, тому транспортні засоби, серед яких 5% фізичних одиниць автопоїздів, чинять перешкоди пішоходам у перетині проїзної частини. Те саме стосується і правоповоротного потоку з вул. Космічної. Таким чином, можна зробити висновок, що світлофорне регулювання, ускладнення структури циклу для якого викликане конфліктами транзитного потоку транспорту з транспортними засобами та пішоходами жодним чином не виконує своїх прямих функцій, тобто структура та значення елементів циклу не відповідають поточній дорожньо-транспортній ситуації.

Також слід зазначити, що інтенсивність руху транспортних засобів по вул. О. Говорухи у перерахунку на смугу руху знаходиться на межі пропускних спроможностей (потоків насичення), що їх в принципі забезпечує частково конфліктне світлофорне регулювання. Тому рекомендується розглянути варіанти зменшення ступеню конфліктності перехрестя. Крім того, режим світлофорного регулювання не відповідає поточним інтенсивностям руху транспортних засобів та пішоходів. Наявні конфлікти поворотних транспортних потоків з пішоходами, а для забезпечення повороту ліворуч з вул. Космічної застосовується розкріплення фази регулювання, що не рекомендується при такій інтенсивності повороту ліворуч.

1.5 Дослідження науково-технічної інформації

Для обґрунтування кількості фаз (сигнальних груп) в режимі СФР було розроблено механізм оцінки можливості сумісності окремих маневрів транспортних засобів в одній фазі (сигнальній групі).

Визначення “ваги” конфліктів на перехресті (ступеня конфліктності) дозволило підвести аналітичну базу для призначення кількості фаз, а втім, і розробку схем пофазового роз’їзду і чергування фаз. Для вирішення даної задачі було проведено формалізацію і систематизацію масиву даних, який характеризує схему ОДР на перехресті, у вигляді матриці напрямків, яка відбиває можливості виконання окремих маневрів з одного боку і ступінь конфліктності одночасного виконання декількох маневрів (у фазі) - з іншого. Така матриця інформаційно відображає схему ОДР на перехресті разом з певними характеристиками його геометрії. Поставлена задача була вирішена застосуванням певної системи кодування комірок матриці, а також їх вмісту.

Вхідні напрямки позначаються непарними цифрами, а вихідні - парними за годинниковою стрілкою. Була побудована матриця, колонки якої позначені номерами вихідних напрямків, а рядки - номерами вхідних. Таким чином, кожна комірка відповідає одному з маневрів. Введені позначення маневрів транспортних засобів: Р - розворот, П - прямо, Л - ліворуч, Р - праворуч.

Суттєво, що при такому відображенні кожний маневр займає свою діагональ, тобто матриця є симетричною. Крім того, кожна комірка матриці відповідає однозначно певному маневру

Запропонований метод визначає матрицю маневрів на перехресті, але для кількісної оцінки безпеки руху необхідно мати

інформацію про рівень безпеки дорожнього руху при здійсненні того чи іншого маневру і для перехрестя вцілому. Для цього необхідно визначити вагові коефіцієнти кожної комірки матриці перехрестя. Під ваговим коефіцієнтом розуміється числовий показник, який оцінює потенційну конфліктність маневру на перехресті.

Для визначення вагових коефіцієнтів кожної комірки матриці перехрестя була використана методика, в основу якої закладені результати статистичних досліджень аварійності на чотирьохсторонніх регульованих перехрестях, що не мали обмежень по виконанню маневрів, а на всіх підходах здійснювався двосторонній рух. Були визначені 15 схем типових конфліктів (типів конфліктних точок), що можуть виникати на перехрестях. В основу кількісної оцінки конфліктності покладено залежність кількості ДТП, які можуть виникнути на перехресті, від інтенсивностей руху транспортних потоків і типу конфлікту. На роль вагового коефіцієнту було введено статистичну величину - *очікувана кількість ДТП* на перехресті за одиницю часу (рік).

Також, були визначені необхідні числові коефіцієнти, які коригують показник очікуваної кількості ДТП (b_0, b_1, b_2) (табл.1.6).

Таблиця 1.6 - Числові коефіцієнти відповідно конфліктних ситуацій

№	b_0	b_1	b_2	№	b_0	b_1	b_2
1	$0,1655 \times 10^{-6}$			9	$6,9815 \times 10^{-7}$	1,4892	
2	$0,1014 \times 10^{-6}$			10	$5,590 \times 10^{-7}$		2,7862
3	$8,6129 \times 10^{-9}$		1,0682	11	$1,3012 \times 10^{-7}$	1,1432	0,4353
4	$8,1296 \times 10^{-6}$		0,3662	12	$0,0106 \times 10^{-7}$	0,6135	0,7858
5	$0,3449 \times 10^{-6}$	0,1363	0,6013	13	$0,4846 \times 10^{-7}$	0,2769	0,4479
6	$0,0418 \times 10^{-6}$		0,4634	14	$1,7741 \times 10^{-7}$	1,1121	0,5467
7	$0,2113 \times 10^{-6}$	0,3468	0,4091	15	$0,5355 \times 10^{-7}$	0,4610	
8	$2,6792 \times 10^{-6}$		0,2476				

Такий підхід дозволив побудувати схеми конфліктних ситуацій,

які виникають при здійсненні кожного маневру. Для кожної конфліктної ситуації визначається показник n , а небезпечність даного маневру визначається відповідним ступенем конфліктності, який розрахований як сума вагових коефіцієнтів (n) кожної з конфліктних ситуацій. Конфлікти типів 1 та 2 відбуваються всередині транспортного потоку і відрізняються місцем виникнення (за схемою 2 - в зоні перехрестя, за схемою 1 - на підході до нього). Конфлікт типу 3 є конфліктом зі зустрічним рухом.. Для кожного типу конфлікту розраховується показник n , а ступінь конфліктності ($n_{\text{сум}}$) визначається за формулою:

$$n_{\text{сум}} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7 + n_8 + n_{13} + n_{14} \quad (1.9)$$

Для маневрів “рух праворуч”, “рух ліворуч” аналогічним чином були побудовані схеми і обчислені ступені їх конфліктності.

Таким чином, формується матриця перехрестя з показниками безпеки руху залежності від схем організації дорожнього руху та інтенсивностей транспортних потоків. У ролі критерія безпеки на перехресті використовується прогнозована величина - ступінь конфліктності. Ступінь конфліктності перехрестя являє собою інтегральний кількісний показник оцінки рівня організації і БР на перехресті (як регульованому, так і нерегульованому), що залежить від схем ОДР (схем пофазового роз'їзду), кількості і типу конфліктних точок, а також інтенсивностей потоків, що конфліктують. Розраховується за формулою:

$$n_{\text{н. сум.}} = \sum_{i=1}^k n_{\text{сум. } i} \quad (1.10)$$

де $n_{\text{сум. } i}$ - ступінь конфліктності i -того маневру;

k - кількість маневрів можливих для виконання на перехресті.

Завдяки викладеному підходу виникла принципова можливість кількісної оцінки схеми ОДР у фазах СФР, з урахуванням показників безпеки та обсягів дорожнього руху.

На основі проведених досліджень запропоновано удосконалення технології управління транспортними потоками на регульованих перехрестях.

В процесі проведення числових експериментів було виявлено, що при певних умовах, які визначаються способом розрахунку додаткових тактів (перехідних інтервалів) циклу світлофорного регулювання, такий параметр режиму СФР, як втрачений у циклі час (L) залежить не лише від загальної кількості фаз (тактів), а також від черговості цих фаз (тактів) у циклі. Так при врахуванні часу руху транспортного засобу до найдалшої конфліктної точки (НКТ) перетинання в кожному з додаткових тактів, величина L змінюється на 15-20% у залежності від загального числа фаз (тактів) регулювання та їх черговості.

Експериментально було доведено, що:

- існує оптимальна черговість фаз (тактів), при якій значення втраченого часу у циклі регулювання є мінімальним;
- при збільшенні кількості фаз (тактів), і як наслідок - кількості варіантів черговості фаз, діапазон $\Delta L = L_{max} - L_{min}$ збільшується;
- втрачений час досягає свого мінімального значення при черговості фаз, при якій сума відстаней до НКТ мінімальна.

В результаті була розроблена методика удосконалення технології управління транспортними потоками на регульованих перехрестях щодо вибору принципу управління (за фазами чи сигнальними групами), схем пофазового роз'їзду, черговості і кількості фаз (сигнальних груп), та показників безпеки руху [2].

1.6 Аналіз недоліків та постановка задач дослідження

В процесі дослідження дорожньо-транспортної ситуації, характеристик вулично-дорожньої мережі та параметрів транспортного потоку, а також аварійності в зоні перехрестя вул. Космічної та вул. О. Говорухи було встановлено, що діюча комплексна схема організації дорожнього руху не повністю відповідає поточній дорожньо-транспортній ситуації.

Зокрема встановлено невідповідність застосування та встановлення технічних засобів організації дорожнього руху та розташування зупинкового комплексу діючим нормативним документам [1,3,4], відсутність горизонтальної та вертикальної розміток проїзної частини та засобів каналізування дорожнього руху; нераціональне та неповне використання планувальних можливостей перехрестя та підходів до нього з точки зору каналізування транспортних потоків; поєднання при формуванні схем пофазного роз'їзду в одних фазах транспортних та пішохідних напрямів, що чинять взаємні перешкоди та небезпеки, що, в свою чергу, призводить до аварійних ситуацій, зниження пропускної спроможності, виникнення заторових явищ, збільшення інтервалів у русі маршрутного транспорту за рахунок як простою маршрутних транспортних засобів перед зупинками, так і перед підходами на перехрестя.

Зважаючи на вищезазначене, пропонується: реорганізувати дорожній рух на перехресті шляхом розробки планувальних та оперативних засобів організації дорожнього руху, оптимізувати структуру та параметри світлофорного регулювання з метою підвищення пропускної спроможності перехрестя рівня безпеки руху.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка планувальних заходів організації дорожнього руху

При проведенні траєкторного дослідження розподілу транспортних потоків по проїзній частині встановлено, що під час руху по вул. Космічній з боку вул. Ситова відбувається нерівномірне розділення транспортних засобів по смугах руху, що призводить до їх нерівномірного завантаження, неповного використання їх пропускної спроможності, а при світлофорному регулюванні – до завищення значення тривалості дозвільного сигналу за вказаним напрямом регулювання через визначення фазового коефіцієнту за найбільш завантаженим напрямом.

Така ситуація має місце через те, що перша смуга руху розпочинається як додаткова на відстані 40 м від першої лінії регулювання. Таким чином, фактично черга транспортних засобів розміщується на двох смугах, ліва з яких займається в основному тим транспортом, що здійснює поворот ліворуч в розкріпленій фазі регулювання (лист 2 графічної частини). Транспортний потік прямого напрямку використовує для під'їзду до перехрестя 1 смугу, перелаштовуючись у неї також з лівої, створюючи конфліктну точку розгалуження, а потім розгалужується з цієї смуги на дві. При цьому перша смуга займається лише тими транспортними засобами, що під'їхали до перехрестя другою смугою. На першій смузі під час заборонного сигналу накопичується лише 1-2 транспортні одиниці, а під час зеленого сигналу заповнення цієї смуги здійснює транспорт, що використовує потік насичення другої смуги під час під'їзду до перехрестя.

З наведених міркувань можна зробити висновок про доцільність розширення проїзної частини вул. Космічної на підході до перехрестя з боку вул. Ситова шляхом продовження першої смуги на відстань 140 м за рахунок технічної смуги. Таким чином, враховуючи ширину першої смуги 3,75 м, площа, на яку збільшується тверде покриття, становитиме 525 м².

Розглядаючи правий поворот на підході до перехрестя з боку вул. Радіо, слід зазначити, що поворотний рух здійснює 33% всієї інтенсивності на підході. Як відомо, під час виконання повороту, швидкість руху зменшується на 30%, але не менше ніж до 30 км/год [5], тому пропускна спроможність смуги зменшується. З цієї точки зору включення цього напрямку до всіх фаз регулювання можна вважати виправданим, проте така інтенсивність створює конфлікт перетину з пішоходами, що перетинають проїзну частину вул. О. Говорухи та з транспортними засобами, що виконують лівий поворот на цю вулицю в розкріпленій фазі регулювання. При цьому над правоповоротним потоком мають пріоритет як пішоходи, так і лівоповоротний потік, в той час як правий поворот, зокрема, здійснюють тролейбуси.

Описана ситуація призводить до виникнення небезпечних конфліктів та втрати часу, особливо під час перехідний інтервалів, коли пріоритет змінюється на користь лівоповоротного транспорту, а пішоходи починають (закінчують) переходити проїзну частину. Зважаючи на зазначене, а також беручи до уваги рух за правоповоротним напрямом зчленованих тролейбусів, пропонується збільшити радіус повороту на цьому підході з 8,5 м до 16 м за рахунок тротуару. При цьому в редакторі креслень встановлено, що площа проїзної частини збільшується на 94 м². Інтенсивність руху пішоходів вздовж вул. Космічної на цій ділянці невелика, а тротуар має дві частини, розділені клумбою.

За рахунок розширення проїзної частини можливо провести каналізування руху на перехресті. Каналізування руху – це оперативно-планувальні заходи організації дорожнього руху, що дозволяють просторово розділити траєкторії руху транспортних засобів, що рухаються в різних напрямках з одного або кількох під'їздів. Застосування каналізування руху впливає на кількість та вид конфліктних точок, що утворюються на перехрестя, знижуючи показники складності перехрестя за рахунок зміни видів конфліктних точок та їх індексів інтенсивності.

2.2 Розробка комплексної схеми організації дорожнього руху

2.2.1 План оперативних заходів організації дорожнього руху

Оскільки за проектним варіантом пропонується введення каналізованого руху на перехресті, необхідно за допомогою технічних заходів організації дорожнього руху запровадити відповідну схему організації дорожнього руху. Для каналізування дорожнього руху пропонується використання дорожніх знаків та розмітки. Введення каналізованого руху відкриває можливості для використання транспортних світлофорів типу 2, що рекомендується у [6]. Використання світлофорів цього типу буде особливо доречним при рознесенні стоп-ліній, оскільки вони встановлюються за найкращим варіантом над проїзною частиною поблизу лінії регулювання і виконують 2 функції: регулюють рух та позначають лінію регулювання, сприяючи покращенню орієнтування водіїв в організації руху методом рознесення стоп-ліній.

Вживаються оперативні заходи для поліпшення дорожньо-транспортної ситуації на зупинці «Вулиця Радіо» в напрямі вул. Радіо.

Зупинка відноситься за межі перехрестя на 10м відповідно [1]. Для цього перша смуга за перехрестям в напрямку вул. Радіо визначається смугою для руху маршрутних транспортних засобів. Крім того, передбачається відведення від зупинки транспортного потоку (окрім маршрутного транспорту) з першої смуги – у другу, з другої смуги – у третю; третя смуга є вільною на виїзді з перехрестя, оскільки призначається для повороту ліворуч.

2.2.2 Зміна структури світлофорного циклу

Перехрестя вул. Космічної та вул. О. Говорухи є за базовим варіантом перехрестям з рознесеними стоп-лініями, що утворені в одному напрямку винесенням пішохідного переходу (лист 5 графічної частини). Оскільки стоп-лінії напрямів 1 та 4 знаходяться з двох боків бічного проїзду, то відстань між ними є невеликою. В той же час між ними знаходиться регульований пішохідний перехід (напрямок 13). При зміні світлофорних сигналів з дозволяючи на заборонні в напрямках 1 та 4 одночасно, як це має місце у базовому варіанті, може виникнути ситуація, коли транспортні засоби, що відповідно до вимог Правил дорожнього руху зупинилися перед стоп-лінією напрямку 4 на заборонний сигнал світлофора, можуть створювати перешкоду пішоходам за напрямом 13, оскільки будуть знаходитися на пішохідному переході. Така ситуація найбільш імовірна у третій смузі напрямку 4, оскільки там знаходиться лівоповоротна траєкторія напрямку. Зважаючи на інтенсивність лівого повороту, навіть приймаючи до уваги наявність розкріплення фаз регулювання у вигляді фазоподібного інтервалу, можна впевнено сказати, що часу основного такту псевдофази не вистачить для лівого повороту (це

підтверджується натурними спостереженнями як у години-пік, так і в години спадання інтенсивності).

Тому пропонується застосувати наступні заходи:

- рознесені стоп-лінії напрямів 1 та 4 перевести в режим відпрацювання перехідних інтервалів із затримкою, шляхом введення в структуру циклу додаткового переходоподібного інтервалу;
- лівоповоротну траєкторію напрямку 4 виділити як окремий напрям та закріпити у вигляді світлофора типу 2.

Переходоподібний інтервал – це вид складного перехідного інтервалу, що утворюється за рахунок різниці значень мінімальних часових проміжків у стовпчику матриці конфліктів у рядочках, що відповідають напрямам рознесених стоп-ліній.

Проведемо розрахунок параметрів світлофорного об'єкту.

Для формування схеми напрямів регулювання з наявної схеми траєкторій, траєкторії об'єднуються в напрями за виконання таких умов: 1) одна і та ж траєкторія може бути включеною лише до одного напрямку; 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, а рух ними забороняється виходячи з пунктів 10.4 та 11.8 Правил дорожнього руху України); 3) траєкторії, що входять до напрямку, не можуть мати конфліктів злиття та перетину; 4) до одного напрямку можуть бути включені лише ті траєкторії, що входять на перехрестя через одну стоп-лінію.

Зважаючи на зазначене, утворюється схема напрямів, що поділяються на групи за виконання таких принципів: 1) напрями, введені в одну фазу, не можуть мати конфліктів 2 та 3 порядку, окрім винятків 2 та 3; 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 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.

Для вказаних напрямів заповнюється матриця конфліктів В, тобто визначаються відстані від стоп-ліній напрямів регулювання до дальніх конфліктних точок з іншими напрямками [7,8].

Матрицю відстаней до дальніх конфліктних точок (ДКТ) (табл. 2.1) отримаємо шляхом вимірювання відстаней на масштабному плані перехрестя.

Таблиця 2.1 - Матриця відстаней до ДКТ

напрямок	1	2	3	4	5	6
1	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	15.00	0.00	15.00	25.00
3	-25.00	-20.00	0.00	-25.00	-20.00	0.00
4	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	-37.00	-37.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	-16.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Матрицю мінімальних проміжків t (табл. 2.2) отримаємо шляхом по елементного переведення матриці В за формулою (2.1). При цьому наявність нульового елементу матриці В автоматично позначає

наявність такого ж елемента в матриці t , значення елементів в цій матриці округлюються в більший бік до цілого числа.

$$t_{\partial j}^i = t_p + \frac{V}{2a} + \frac{|B_j^i| + l_a}{V} + 2 \quad (2.1)$$

де t_p - термін реакції водія, с (0,8., .1.2 с),

v - швидкість руху, м/с (16,6)

a - прискорення уповільнення, $a^k = 2,5 \dots 3,0$ м/с²;

B_j^i - елемент конфліктної матриці, м;

l_a - довжина наведеного автомобіля, м ($l_a = 5$ м).

Наприклад, для елемента $B[1,3]$ переведення проводиться таким чином:

$$t_{\partial}[1,3] = 1 + \frac{16.67}{2 \times 2.75} + \frac{|51| + 5}{16.67} + 2 = 9.39 \approx 10 \text{ с}$$

При переведенні елементів, що мають від'ємне значення, розрахункова швидкість зменшується на 30%, але не менше, ніж до 30 км/год (8,33 м/с). Наприклад, для елемента $B[3,1]$ переведення проводиться таким чином:

$$t_{\partial}[3,1] = 1 + \frac{11.66}{2 \times 2.75} + \frac{|-25| + 5}{11.66} + 2 = 7.69 \approx 8 \text{ с}$$

Таблиця 2.2 - Матриця мінімальних проміжків

напрям	1	2	<u>3</u>	4	5	6
<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>10</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
2	0	0	<u>7</u>	0	7	8
3	8	8	0	8	8	0
4	0	0	<u>8</u>	0	0	0
5	0	9	9	0	0	0
6	0	7	<u>0</u>	0	0	0

Далі проводиться включення напрямів до фаз регулювання [9].

1) До фази 1 автоматично включається напрям 1.

2) Перевіряються елементи матриці конфліктів у першому рядку в пошуках нульового значення. Елементи головної діагоналі в розрахунок не приймаються.

3) Знаходиться нульовий елемент $T[1,2]$.

4) Перевіряється елемент матриці зі зворотним індексом $T[2,1]$. Він теж дорівнює нулю. Можна зробити висновок, що напрями 1 та 2 неконфліктні.

5) Напрямок 2 включається до першої фази.

6) Перевірка першого рядка продовжується. Знаходиться нульовий елемент $T[1,4]$.

7) Перевіряється елемент матриці зі зворотним індексом $T[4,1]$. Він теж дорівнює нулю. Можна зробити висновок, що напрями 1 та 4 неконфліктні.

8) Перевіряється конфлікт напрямів 4 з напрямом 2 – елемент $T[4,2]$. Його значення нульове, отже конфлікт відсутній. Напрямок 4 додається до фази 1.

9) Перевірка першого рядка продовжується. Знаходиться нульовий елемент $T[1,5]$.

10) Перевіряється елемент матриці зі зворотним індексом $T[5,1]$. Він теж дорівнює нулю. Можна зробити висновок, що напрями 1 та 5 неконфліктні.

11) Перевіряється конфлікт напрямку 5 з напрямом 2 – елемент $T[5,2]$. Його значення ненульове, отже конфлікт наявний. Додати напрям 5 до фази 1 неможливо. З тих-же міркувань неможливо включити до фази 2 напрям 6.

12) Перевірку першого рядка закінчено. Інших неконфліктних із напрямом 1 напрямів не знайдено. Отже, формування першої фази завершено.

13) До другої фази включається напрям 5, оскільки транспортні засоби, що виїхали на перехрестя за напрямом 1 для подальшого виконання повороту ліворуч мусять залишити перехрестя.

14) Перевіряється п'ятий рядок матриці для пошуку нульових елементів у стовпчиках 3, 6, бо ці напрями це не включені до циклу.

15) Знаходиться нульовий елемент $T[5,6]$, елемент $T[6,5]$ теж нульовий, тому напрям 6 включається до фази 2. Серед досі не включених до циклу напрямів додати до фази більше жоден не можна, тому перевіряються напрями, що вже були включені до циклу; до фази додаються напрями 1 та 4, неконфліктність яких з напрямом 5 вже було встановлено. Формування фази 2 завершено.

16) До фази 3 включається напрям 3. Інших не включених напрямів немає, тому перевіряється можливість включення тих, що вже були у циклі. В третьому рядочку матриці знаходимо нульовий елемент $T[3,6]$, елемент $T[6,3]$ теж нульовий, значить напрям 6 можна включити до фази 3. Формування фази 3 завершено.

Відповідно до наведеного вище принципу №1 формування структури світлофорного циклу та винятків до нього [10-12], до фаз регулювання включаються пішохідні напрямки. Крім того, до всіх фаз,

окрім першої, вводиться транспортний напрямок 7, що не має конфліктів з іншими транспортними напрямками, оскільки належна йому єдина правоповоротна траєкторія має виділену смугу. Проте, цей напрям має конфлікт з пішохідним напрямом 11, тому в першу фазу не входить. Отримана структура циклу наведена в табл. 2.3 та листі 6 графічної частини.

Таблиця 2.3 – Структура світлофорного циклу

Номер фази	Напрями				
1	1	2	4	11	
2	1	4	5	6	7
3	3	7	12	13	

Таким чином надається час, необхідний для залишення транспортними засобами створу між двома рознесеними стоп-лініями. Більш того, структура циклу регулювання забезпечує ввімнення стрілки додаткової секції (напрямок 5) перед завершенням руху у напрямі 1, забезпечуючи можливість роз'їзду черги автомобілів перед другою за ходом руху стоп-лінією.

За базовим варіантом правоповоротна траєкторія з вул. О. Говорухи сполучалася у фазі з пішохідним напрямом 12, що створювало, зважаючи на високу інтенсивність руху транспортних засобів, небезпеку для пішоходів. Тому встановлено правоповоротну траєкторію з напрямом 3 не об'єднувати, а винести окремим напрямом 5 в наступну фазу. Виділення смуги для цього напрямку призвело до зниження потоку насичення за напрямом 3, що з урахуванням високої інтенсивності руху за цим напрямом призвело до збільшення тривалості циклу регулювання.

Керуючись інтересами безпеки пішоходів, також вилучено напрям 6 із першої фази регулювання.

Таким чином, проведена на перехресті вул. Космічної та вул. О. Говорухи зміна структури світлофорного циклу дозволила значно підвищити рівень безпеки руху за рахунок розділення конфліктних транспортних і пішохідних напрямів.

Параметри світлофорного циклу розраховуються в такій послідовності [13-15].

Для потоку, що рухається в прямому напрямі при ширині проїзної частини 11 м, величина потоку насичення визначається за емпіричною формулою:

$$M_n = 525 \cdot H, \quad (2.2)$$

де H - ширина проїзної частини, м.

Якщо $H < 5,4$ м, користуються таблицею 2.4.

Таблиця 2.4 – Значення потоків насичення

Н, м	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,2
M_n , од./год	1850	1875	1950	2075	2475	2700

Для виділених смуг руху, M_n визначається для кожної смуги руху окремо згідно з таблицею 2.4.

Якщо поворот праворуч чи ліворуч виконується безконфліктно з окремої смуги, то потік насичення залежить від радіуса повороту [16]:

$$M_n = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{r}} \quad (2.3)$$

де r - радіус повороту, який визначається як середнє арифметичне між початковим і кінцевим радіусами руху ТЗ, м.

Якщо поворотні маневри здійснюються із загальної смуги руху і частка транспортних засобів, що повертають, більша за 10%, користуються формулою:

$$M_n^k = \frac{M_n \cdot 100\%}{\alpha + 1,75\beta + 1,25\alpha} \quad (2.4)$$

де M_n - величина потоку насичення розрахована для прямого напрямку, од./год;

α, β, γ - відсоток ТЗ із загального потоку, що рухаються відповідно прямо, ліворуч, праворуч, %.

Втрачений у циклі час:

$$L = \sum_{i=1}^m (t_{\partial}^i - 1 - 2) \quad (2.5)$$

де $t_{\partial}^i = \max_{k=1}^n | (t_{\partial_j}^i) |$;

m - кількість фаз регулювання на перехресті.

Таблиця 2.4 – Визначення тривалості втраченого часу

Фази регулювання	Напрями	Мінімальні проміжки, с
1-2	2-5	7
	2-6	8
	max	8
2-3	1-3	10
	4-3	8
	5-3	9
	max	10
3-1	3-1	8
	3-2	8
	3-4	8
	max	8

$$L = (8 - 3) + (10 - 3) + (8 - 3) = 17c$$

Для кожного з поєднаних у фази напрямів розраховують значення фазових коефіцієнтів:

$$Y_i^j = \frac{N_i}{M_H} \quad (2.6)$$

де N_i - інтенсивність ТП на i -му напрямі перехрестя, од./год;

M_H - потік насичення напрямку, од./год.

Далі розраховують фазовий коефіцієнт перехрестя як суму максимальних фазових коефіцієнтів, дозволених у фазі напрямів руху:

$$Y_k = \sum_{j=1}^m y_{j_{\max}} \quad (2.7)$$

Тривалість світлофорного циклу розраховується за формулою Вебстера:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y_k} \quad (2.8)$$

Тривалість основного такту обчислюють так:

$$t_o^i = \frac{y^i}{Y} (T_k - L_k) - 1 \quad (2.9)$$

де y^i - фазовий коефіцієнт відповідної фази.

Необхідно розрахувати коефіцієнти корекції, що розраховується за наступними формулами:

$$k_2^i = \frac{H/V_n + 5 - t_{III}^i}{t_{OT}^i} \quad (2.10)$$

$$k_1^i = \frac{7}{t_{OT}^i} \quad (2.11)$$

де H – ширина проїзної частини, що перетинають пішоходи, м;

V_{piw} - швидкість руху пішоходів, м/с $V_{piw}=1.3$ м/с [6].

Перебіг розрахунку наведено в табл. 2.5

Таблиця 2.5 – Розрахунок параметрів циклу світлофорного регулювання

Параметр	Значення			
1	2	3	4	5
Фаза 1				
Напря́м	1.000	4.000	2.000	11.000
Скоригований потік насичення, од/год	3937.500	3937.500	3937.500	6300
Ширина проїзної частини, м	7.500	7.500	7.500	12.000
Інтенсивність руху прямо, од/год	329	329	657	-
Інтенсивність руху праворуч, од/год	-	-	-	-
Інтенсивність руху ліворуч, од/год	-	-	-	-
Радіус виділеної смуги, м	-	-	-	-
Сумарна інтенсивність руху, од/год	638.000	638.000	356.000	-
Частка інтенсивності руху прямо	1.000	1.000	1.000	-
Частка інтенсивності руху паворуч	-	-	-	-
Частка інтенсивності руху ліворуч	-	-	-	-
Потік насичення, од/год	3937.500	3937.500	3937.500	-
Фазовий коефіцієнт	0.162	0.162	0.090	-
Максимальний фазовий коефіцієнт	0.162	-	-	-
Фаза 2				
Напря́м	1.000	4.000	5.000	6.000
Скоригований потік насичення, од/год	3937.500	3937.500	1968.750	1968.750
Ширина проїзної частини, м	11.25	7.500	3.750	3.750
Інтенсивність руху прямо, од/год	602	301	-	-
Інтенсивність руху праворуч, од/год	-	-	-	-
Інтенсивність руху ліворуч, од/год	-	-	301.000	240

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
Радіус виділеної смуги, м	-	-	17.000	8.000
Сумарна інтенсивність руху, од/год	301.000	301.000	301.000	240
Частка інтенсивності руху прямо	1.000	1.000	-	-
Частка інтенсивності руху паворуч	-	-	-	-
Частка інтенсивності руху ліворуч	-	-	1.000	1.000
Потік насичення, од/год	3937.500	3937.500	1651.822	1511.811
Фазовий коефіцієнт	0.076	0.076	0.182	0.159
Максимальний фазовий коефіцієнт	0.182	-	-	-
Фаза 3				
Напрям	3.000	-	12.000	13.000
Скоригований потік насичення, од/год	-	-	-	-
Ширина проїзної частини, м	3.75	-	12.000	12.000
Інтенсивність руху прямо, од/год	-	-	-	-
Інтенсивність руху праворуч, од/год	-	-	-	-
Інтенсивність руху ліворуч, од/год	778.000	-	-	-
Радіус виділеної смуги, м	17.000	-	-	-
Сумарна інтенсивність руху, од/год	778.000	-	-	-
Частка інтенсивності руху прямо	-	-	-	-
Частка інтенсивності руху паворуч	-	-	-	-
Частка інтенсивності руху ліворуч	1.000	-	-	-
Потік насичення, од/год	1651.822	-	-	-
Фазовий коефіцієнт	0.471	-	-	-
Максимальний фазовий коефіцієнт	0.471	-	-	-

Отримані за допомогою програми МРЛ параметри циклу наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 - Параметри світлофорного циклу

Параметр	Значення
1	2
Тривалість світлофорного циклу, с	90
Основний такт 1, с	12
Основний такт 2, с	13

Продовження таблиці 2.6

1	2
Основний такт 3, с	39
Перехідний інтервал 1, с	8
Перехідний інтервал 2, с	10
Перехідний інтервал 3, с	8

2.2.3 Застосування дорожніх знаків та розмітки

З метою усунення зазначених в аналітичній частині проекту недоліків стосовно застосування і встановлення дорожніх знаків, приведення дислокації дорожніх знаків у відповідність до проектної схеми організації дорожнього руху а також для підвищення рівня інформаційного забезпечення учасників дорожнього руху пропонується встановити низку дорожніх знаків та табличок (лист 7 графічної частини).

Для позначення місця зупинки на заборонний сигнал світлофорів додаткової лінії регулювання (напрями 4,5) над проїзною частиною встановлюється табличка 5.62 «місце зупинки». З метою позначення кількості смуг проїзної частини, дозволених напрямів руху смугами та для каналізування руху над смугами проїзної частини встановлюються знаки 5.18 «напрямок руху смугою». Таке розміщення покажчиків дозволених напрямів руху дозволяє одночасно зосереджувати увагу водіїв на сигналах світлофорів відповідних стоп-ліній та на знаках 5.18, на відміну від знаків 5.16, які б довелося дублювати через наявність трьох смуг руху та розміщувати праворуч і ліворуч від проїзної частини. При цьому дорожні знаки біля другої стоп-лінії в напрямі вул. радіо є знаками індивідуального проектування (форма стрілки відповідає непрякій траєкторії руху транспортних засобів). Автобусні та тролейбусні зупинки позначаються дорожніми знаками 5.41 та 5.43 («зупинка автобуса (тролейбуса)», що встановлюються перед посадковими майданчиками на розтяжках контактної мережі (щоб не займати обмежену площу посадкового майданчику стійками та не створювати перешкод для пішоходів). На межах пішохідних переходів відповідно [3] встановлюються дорожні знаки «Пішохідний перехід» для позначення початку та закінчення переходу в межах проїзної частини. При виїзді з боку вул. Юності транспортні засоби спрямовуються праворуч за допомогою дорожнього знаку 4.2, оскільки конфліктність лівого повороту з цього підходу робить цей маневр небезпечним. Транспортні засоби, що рухаються з цього підходу в напрямку вул. Ситова можуть здійснити розворот на перехресті вул. Космічної та вул. Радіо. На в'їздах та виїздах з перехрестя забороняється зупинка з метою забезпечення повного використання пропускнуєї спроможності проїзної частини та недопущення випадків використання додаткової площі проїзної частини, що отримана за

рахунок її розширення для паркування транспортних засобів. Перша смуга по вул. космічній на виїзді з перехрестя в бік вул. Радіо визначається смугою для транспортних засобів громадського користування з метою підвищення пропускної спроможності зупинкового пункту. Оскільки перехрестя знаходиться в населеному пункті, де діють швидкісні обмеження для населених пунктів, типорозмір знаків проектується другий. Бетонні тумби, що знаходяться посередині проїзної частини вул. Космічної позначаються дорожніми знаками 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку», що є особливо важливим для водіїв, які здійснюють поворот на вул. Космічну.

Відомості про дорожні знаки, що встановлюються, наведені в табл.2.7

Таблиця 2.7 – Відомість дорожніх знаків

Номер знаку	Назва знаку	Кількість знаків, що встановлюються
5.18	Напрямок руху смугами	6
5.62	Місце зупинки	1
5.41	Місце зупинки автобуса	1
5.43	Місце зупинки тролейбуса	1
5.35	Пішохідний перехід	3
4.2	Рух праворуч	1
3.34	Зупинку заборонено	4
5.11	Смуга руху для маршрутних транспортних засобів	1
4.7	Об'їзд перешкоди з правого боку	2

З метою поліпшення орієнтування водіїв та уточнення вимог дорожніх знаків застосовується дорожня розмітка. Розмітка 1.1, 1.2 та 1.5 позначає межі смуг руху за перехрестям, що їх забороняється чи дозволяється перетинати. Розмітка 1.6 є перехідною від 1.5 до 1.1. Розмітка 1.7 показує межі смуг руху на перехресті та позначає напрям головної дороги. Розмітка 1.14.3 позначає межі регульованих пішохідних переходів, а жовта лінія 1.17 – зупинки громадського транспорту. Розмітка 1.16.1, 1.16.2, 1.16.3 позначає спрямовуючі островці, призначені для каналізування транспортних потоків.

2.3 Перевірка доцільності запровадження проектної схеми організації дорожнього руху

Ступінь складності та небезпеки перехрестя при різній організації дорожнього руху можна порівняти за допомогою відповідних коефіцієнтів. При цьому аналізується кількість конфліктних точок різних видів та інтенсивність руху в кожній з цих точок. Конфліктні точки – місця вулично-дорожньої мережі, в яких відбувається взаємодія потоків.

Типи конфліктних точок зображені на рисунку 2.1.

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

Для порівняльної оцінки складності та потенційної небезпеки транспортних вузлів використовують різноманітні системи умовних показників. Найбільш поширеною є п'ятибальна система оцінки небезпеки конфліктних точок (табл.. 2.8).



Рисунок 2.1 – Класифікація конфліктних точок

Таблиця 2.8 – П'ятибальна система оцінки конфліктних точок

Тип конфліктної точки	Оцінка
відхилення	1
злиття	3
перетин	5

Показник складності перехрестя розраховується за наступною формулою [17]:

$$m = n_v + 3n_z + 5n_p \quad (2.12)$$

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

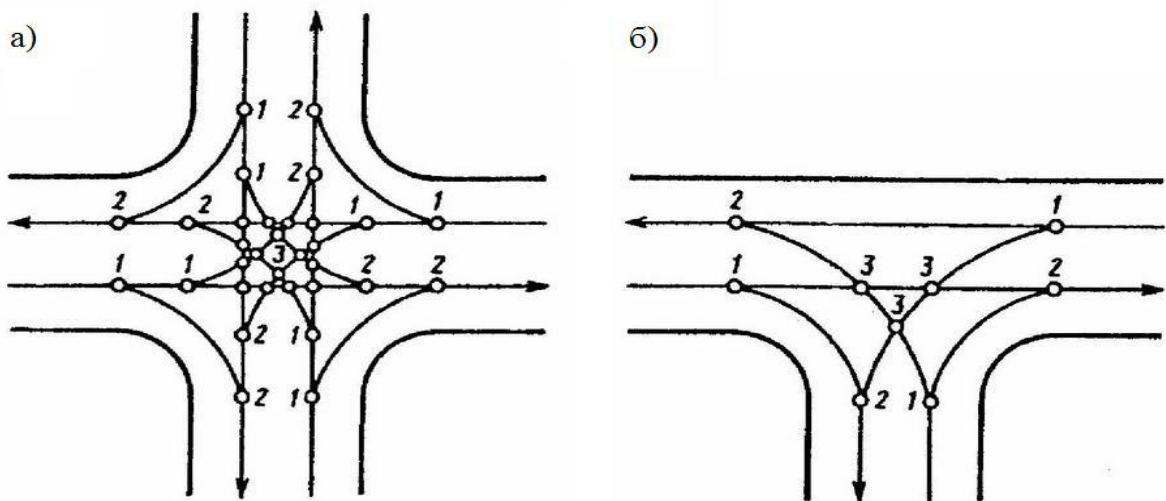


Рисунок 2.2 – Конфліктні точки відхилення (1), злиття (2) та перетин (3) на перехрестях з різною конфігурацією: а – чотирьохстороннє, б – трьохстороннє

На рисунку 2.2 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.

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

Таблиця 2.9 – Визначення коефіцієнту m для базового варіанту

Тип конфліктної точки	Оцінка	Кількість точок	m
відхилення	1	3	3
злиття	3	4	12
перетин	5	23	115
Разом		30	130

Потенційна небезпека зіткнень транспортних засобів під час маневрів прямо пропорційна обсягу руху взаємодіючих транспортних потоків.

Для врахування цього існує індекс інтенсивностей транспортних потоків, який розраховується для кожної конфліктної точки:

$$\sigma = 0,01(N' + N'') \quad (2.13)$$

де N' , N'' – приведені інтенсивності конфліктуючих потоків.

Показник складності перехрестя з урахуванням індексу інтенсивності розраховується за наступною формулою (табл. 2.10):

$$m' = n_{\hat{a}} \sum_{i=1}^{n_{\hat{a}}} \sigma_{N_{s\hat{a}}} + 3n_{\zeta} \sum_{i=1}^{n_{\zeta}} \sigma_{N_{s\zeta}} + 5n_{\hat{i}} \sum_{i=1}^{n_{\hat{i}}} \sigma_{N_{s\hat{i}}} \quad (2.14)$$

Таблиця 2.10 – Розрахунок показника m' для базового варіанту

Номер КТ	Тип КТ	Коефіцієнт	N1	N2	Індекс інтенсивностей	m'
1	2	3	4	5	6	7
1	злиття	3	50	100	1,5	4,5
2	перетин	5	50		0,5	2,5
3	злиття	3	550	678	12,28	36,84
4	перетин	5	550		5,5	27,5
5	перетин	5	30	678	7,08	35,4
6	перетин	5	30	100	1,3	6,5
7	відхилення	1	30	301	3,31	3,31
8	перетин	5	331		3,31	16,55
9	перетин	5	310	678	9,88	49,4
10	перетин	5	310	301	6,11	30,55
11	перетин	5	301	678	9,79	48,95
12	перетин	5	301	100	4,01	20,05

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7
13	перетин	5	310	100	4,1	20,5
14	перетин	5	310		3,1	15,5
15	перетин	5	305	301	6,06	30,3
16	перетин	5	305	678	9,83	49,15
17	перетин	5	305	100	4,05	20,25
18	перетин	5	305		3,05	15,25
19	відхилення	1	40	325	3,65	3,65
20	перетин	5	40	301	3,41	17,05
21	перетин	5	678	40	7,18	35,9
22	перетин	5	100	40	1,4	7
23	злиття	2	240	40	2,8	5,6
24	перетин	5	280		2,8	14
25	злиття	3	325	301	6,26	18,78
26	відхилення	1	240	100	3,4	3,4
27	перетин	5	626		6,26	31,3
28	перетин	5	625		6,25	31,25
29	перетин	5	678		6,78	33,9
30	перетин	5	340		3,4	17
Разом						651,83

Отриманий показник m' дозволяє виконувати порівняльну оцінку перехресть за ступенем небезпеки.

Характерною особливістю кожної конфліктної точки є не тільки потенційна небезпека зіткнення транспортних засобів, але й імовірність затримки цих транспортних засобів.

Визначення показників m та m' для проектного варіанту наведено в табл. 2.10 та 2.12.

Зважаючи на те, що частка в потоці автобусів, тролейбусів і мікроавтобусів дорівнює 25%, визначаємо інтенсивності в конфліктній точці 1 в проектному варіанті за прямою траєкторією

$$N_{np} = 300 \times (1 - 0,25) = 225 \text{ год} / \text{год}$$

Таблиця 2.11 - Визначення коефіцієнту m для проектного варіанту

Тип конфліктної точки	Оцінка	Кількість точок	m
відхилення	1	1	1
злиття	3	1	3
перетин	5	16	80
Разом		18	84

Таблиця 2.12 - Розрахунок показника m' для базового варіанту

Номер КТ	Тип КТ	Коефіцієнт	N1	N2	Індекс інтенсивностей	m'
1	2	3	4	5	6	7
1	злиття	2	225	778	10,03	20,06
2	відхилення	1	225	75	3	3
3	перетин	3	300		3	9
4	перетин	5	778	330	11,08	55,4
5	перетин	5	330		3,3	16,5
6	перетин	5	778	329	11,07	55,35
7	перетин	1	301		3,01	3,01
8	перетин	5	301	778	10,79	53,95
9	перетин	5	301	329	6,3	31,5
10	перетин	5	329		3,29	16,45
11	перетин	5	301	330	6,31	31,55
12	перетин	5	778	330	11,08	55,4
13	перетин	5	330		3,3	16,5
14	перетин	5	240		2,4	12
15	перетин	5	325		3,25	16,25
16	перетин	5	301		3,01	15,05
17	перетин	5	778		7,78	38,9
18	перетин	5	240		2,4	12
Разом						461,87

З отриманих даних можна зробити висновок, що за рахунок пропонованих заходів організації дорожнього руху можна досягти зменшення показників складності та небезпеки перехрестя (табл.. 2.13):

- з урахуванням кількості та видів конфліктних точок зі 130 до 84, тобто на 35 %;
- з урахуванням додатково до зазначеного інтенсивності руху в конфліктних точках зі 651,83 до 461,87, тобто на 29%.

При цьому змінюється кількість конфліктних точок на перехресті (табл.. 2.13 та рис. 2.3).

Таблиця 2.13 – Зміна кількості конфліктних точок

Тип конфліктної точки	Базовий варіант	Проектний варіант	Різниця	Різниця, %
відхилення	3	1	2	67
злиття	4	1	3	75
перетин	23	16	7	30
разом	30	18	12	40

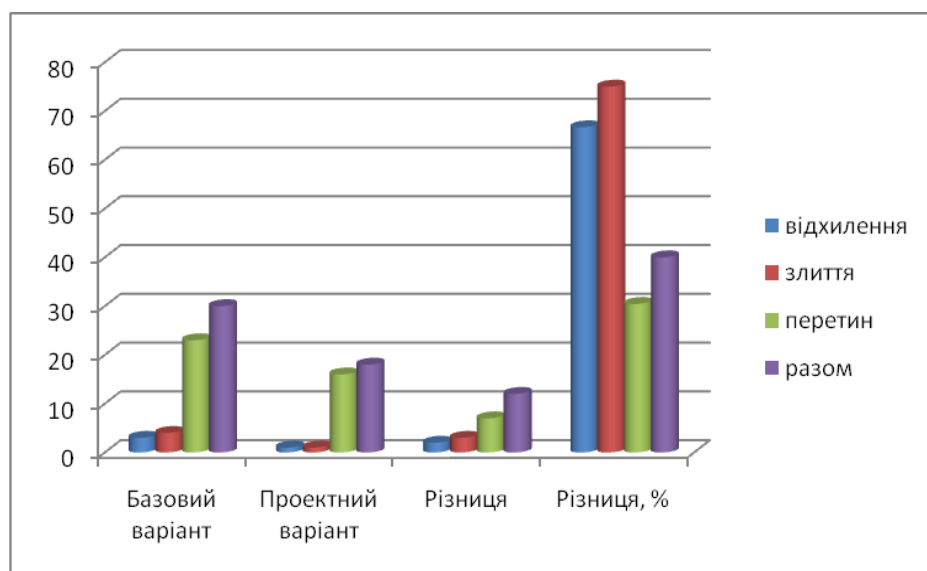


Рисунок 2.3 - Зміна кількості конфліктних точок

Завдяки проведеним запропонованим заходам організації дорожнього руху клас перехрестя за складністю не зміниться, проте значення показника складності наблизиться до межі складного класу.

Схему фазо-траєкторного дослідження організації дорожнього руху для проектного і базового варіантів наведено на листі 8 графічної частини. На схемі стрілками одного кольору позначені траєкторії, належні до напрямів регулювання, що входять в одну фазу згідно структурі світлофорного циклу.

3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних витрат

До капітальних витрат відносяться витрати на розширення проїзної частини та збільшення радіусів кривих, що призводить до збільшення площі твердого покриття на 619 м²; демонтаж та монтаж 9 світлофорних сигнальних пристроїв; встановлення несучого тросу довжиною 80 м; закупівля та встановлення 21 дорожнього знака.

Витрати на спорудження 1 м² твердого покриття становлять 1700 грн., таким чином витрати на спорудження всієї площі покриття становитимуть:

$$K_n = 1700 \times 619 = 1052300 \text{ грн} \quad (3.1)$$

Витрати на монтаж (демонтаж) 1 світлофора становлять 560 грн., таким чином витрати на монтажні роботи зі світлофорами становлять

$$K_c = 2 \times 9 \times 560 = 10080 \text{ грн} \quad (3.2)$$

Витрати на придбання та встановлення 1 м несучого тросу становлять 12 грн., довжина тросу 80м, таким чином витрати на встановлення тросу дорівнюватимуть:

$$K_m = 12 \times 80 = 960 \text{ грн} \quad (3.3)$$

Витрати на закупівлю та встановлення дорожніх знаків K_z з урахуванням вартості встановлення 1 знаку 430 грн розраховані в табл. 3.1. Наприклад, для трикутних знаків:

$$K_{zn} = (444 + 430) \cdot 1 = 874 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.1 – Витрати на купівлю та встановлення дорожніх знаків

Тип знаку	Вартість 1 знаку	Кількість знаків	Сума
Трикутний	874	1	874
Круглий	976	3	2928
Квадратний	996	16	15936
Прямокутний	1055	0	0
Табличка	720	1	720
Разом		21	20458

Таким чином, сума капітальних вкладень становитиме:

$$K = K_n + K_c + K_m + K_z \quad (3.4)$$

Капітальні витрати на технічні засоби ОДР становлять

$$K_{mz} = 10080 + 960 + 20458 = 31498 \text{ грн}$$

Загальні капітальні витрати становлять:

$$K = 31498 + 1052300 = 1083798 \text{ грн}$$

3.2 Розрахунок поточних витрат

Поточні витрати складаються з витрат на відновлення дорожньої розмітки, на оплату електричної енергії, що її споживають світлофори.

За проектом встановлення додаткових світлофорних сигнальних пристроїв не передбачається, отже поточні витрати на електрику відсутні.

Розрахунок площі дорожньої розмітки наведено в табл.. 3.2

Таблиця 3.2 – Відомість дорожньої розмітки

Тип розмітки	Довжина, м	Ширина, м	Зафарбована частина	Площа, м ²
1.1	140	0,1	1	14
1.5	50	0,1	0,33	1,65
1.6	150	0,1	0,66	9,9
1.7	300	0,1	0,5	15
1.12	37	0,4	1	14,8
1.3	70	0,2	1	14
1.8	50	0,2	0,5	5
1.16.1	6	0,4	0,5	1,2
2.3	4	0,5	1	2
1.14.2	47,3	0,4	0,4	7,57
Загалом	854,3			85,2

Витрати на нанесення 1 м² розмітки становлять 85 грн., таким чином витрати на нанесення розмітки:

$$C_n = 85,2 \cdot 85 = 7242 \text{ грн} \quad (3.5)$$

Амортизаційні витрати на тверде покриття для першого року експлуатації становлять:

$$A_n = 1052300 \cdot 0,08 = 84184 \text{ грн / рік}$$

Амортизаційні витрати на технічні засоби для першого року експлуатації становлять:

$$A_{mз} = 31498 \cdot 0,24 = 7560 \text{ грн / рік}$$

Поточні витрати на ремонт дороги та технічних засобів становлять:

$$C_{np} = 1052300 \cdot 0,02 + 31498 \cdot 0,05 = 22621 \text{ грн / рік}$$

Загальні поточні витрати складатимуть:

$$C = 7242 + 84184 + 7560 + 22621 = 121607 \text{ грн / рік}$$

3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті

Економія від зменшення затримок на перехресті в локальному режимі визначається добутком різниці тривалостей затримок в проектному та базовому варіантах та вартості цієї різниці затримок.

$$E_{затр} = C_{затр.баз} - C_{затр.проект} \quad (3.6)$$

Тривалість базових затримок для кожного напрямку регулювання визначається за формулою Вебстера:

$$\bar{t}_j = 0,9(A_j T_u + \frac{1}{N_j} B_j) \times N_j / 3600 \times 10 \times 365, \text{ год} / \text{ рік}, \quad (3.7)$$

$$\text{де } A_j = \frac{(1 - \lambda_j)^2}{2(1 - \lambda_j x_j)}, \quad B_j = \frac{x_j^2}{2(1 - x_j)}, \quad \lambda_j = \frac{t_{зj} + 1}{T_u}; \quad x_j = \frac{y_j}{\lambda_j};$$

$j = 1, 2, \dots, 6$ - напрями регулювання

Таблиця 3.3 – Розрахунок тривалості базових затримок

напряма	1,0000	2,0000	3,0000	6,0000
N_j	931,0000	655,0000	1018,0000	325,0000
M_j	4627,0000	3900,0000	2742,0000	1114,0000
Y_j	0,2012	0,1679	0,3713	0,2917
$t_{зел}, \text{ с}$	43,0000	36,0000	13,0000	65,0000
λ_j	0,6769	0,5692	0,2154	1,0154
x_j	0,2972	0,2950	1,7237	0,2873
B_j	0,0629	0,0617	-2,0527	0,0579
A_j	0,0653	0,1115	0,4896	0,0002
$t_{затр}, \text{ с/год}$	3558,4582	4272,7952	29153,4500	3,2289
$t_{затр}, \text{ год/рік}$	3607,881236	4332,139545	29558,359	3,273778293

Сумарна тривалість затримки приведених одиниць за напрямом регулювання за базовим режимом дорівнює

$$T = 37501,653 \text{ год/рік}$$

Вартість базових затримок транспорту визначається таким чином:

$$C_{мз} = \frac{Z_{заг} \cdot D_i \cdot S}{K_{зв}} \quad (3.8)$$

де $Z_{заг}$ - загальні транспортні затримки, год/рік;

D_i - частка в потоці транспортних засобів i - го виду;

$K_{зв}$ - коефіцієнт зведення ТЗ i -го типу до легкового автомобіля;

S – вартість машино-години i -го виду ТЗ.

Розрахунок вартості затримок пасажирів транспортних засобів провадиться за формулою:

$$C_{\text{пас}} = \frac{Z_{\text{заг}} \cdot D_i \cdot \Pi \cdot K_{\text{впм}} \cdot S_n}{K_{\text{зв}}} \quad (3.9)$$

де Π – пасажиромісткість i -го виду ТЗ;

$K_{\text{впм}}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

S_n – вартість години часу пасажирів.

Таблиця 3.4 – Параметри розрахунку вартості затримок

Тип транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт.
Частка в потоці, %	70	5	4	21
Пасажиромісткість	4		50	18
Коеф. використ. пасажиромісткості	0,4		0,75	0,75
Вартість машино-години, грн	333	550	770	400
Вартість години людини, грн	22,41			

Таблиця 3.5 – Вартість затримок транспорту і пасажирів за базовим варіантом

Вид транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт
Транспортні затримки, год/рік	26251,157	937,541339	500,022	5250,231
Вартість затримок пасажирів, грн/рік	941262	0	420206	1588379
Вартість згаяних машино-годин, грн/рік	8741635	515648	385017	2100093
ЗАГАЛОМ, грн/рік	9682897	515648	805223	3688471

Тривалість транспортних затримок фізичних одиниць розраховується так:

- для легкових автомобілів

$$Z_{\text{л}} = \frac{37501,653 \cdot 0,7}{1} = 26251,157 \text{ год} / \text{рік}$$

- для вантажних автомобілів

$$Z_{\text{в}} = \frac{37501,653 \cdot 0,05}{2} = 937,541339 \text{ год} / \text{рік}$$

- для автобусів

$$Z_{\text{а}} = \frac{37501,653 \cdot 0,04}{3} = 500,022 \text{ год} / \text{рік}$$

- для мікроавтобусів

$$Z_{\text{м}} = \frac{37501,653 \cdot 0,21}{1,5} = 5250,231 \text{ год} / \text{рік}$$

Наприклад, вартість згаяних машино-годин мікроавтобусів визначається за формулою 3.8 так:

$$C_{\text{мз}} = \frac{37501,653 \cdot 0,21 \cdot 400}{1,5} = 2100093 \text{ грн}$$

Таким чином, вартість сумарної транспортної затримки за базовим варіантом дорівнює:

$$C_{затр.баз} = (9682897 + 515648 + 805223 + 3688471) \cdot 0,2 = 2938447 \text{ грн / рік}$$

За даними програми МРЛ на основі параметрів з табл. 3.4 вартість проектних затримок складатиме

$$C_{тр.проект} = 2736732 \text{ грн/рік}$$

За формулою 3.6

$$E_{затр} = 2938447 - 2736732 = 201715 \text{ грн/рік}$$

3.4 Економія від зменшення числа та важкості дтп

Економія від зменшення числа ДТП встановлюється порівнянням збитків від ДТП на ділянці вулично дорожньої мережі до та після впровадження заходів.

$$E_{ДТП} = C_{ДТПдо} - C_{ДТПпісля} \quad (3.10)$$

З урахуванням коефіцієнту зниження аварійності k :

$$E_{ДТП} = C_{ДТПдо} - kC_{ДТПдо} \quad (3.11)$$

Коефіцієнт зниження аварійності розраховується на основі частинних коефіцієнтів за формулою:

$$k = \prod(1 - k_i) \quad (3.12)$$

де k_i - частинні коефіцієнти зниження аварійності (таблиця 3.6)

Таблиця 3.6 - Значення k_i

Захід	k_i	$1-k_i$
Встановлення дорожніх знаків	0,34	0,66
Встановлення світлофорів	0,35	0,65
Горизонтальна розмітка перехрестя	0,38	0,62
Збільшення радіуса кривих	0,51	0,49
Розширення проїзної частини у безпосередній близькості до перехрестя	0,49	0,51
$\prod(1-k_i)$		0,066

$$k = 0,66$$

Розрахунок ефекту по ДТП наведено в табл. 3.7 та 3.8.

$$E_{\text{ДТП}} = 862500 - 56925 = 805575 \text{ грн / рік}$$

Таблиця 3.7 - Збитки від ДТП

Наслідки ДТП	Збитки, грн
Матеріальні збитки	100000
Поранення середньої важкості	150000
Важкі поранення	175000
Загибель учасника ДТП	200000

Таблиця 3.8 - Розрахунок збитків від ДТП

Наслідки ДТП	Збиток від одного ДТП, грн	Середня кількість ДТП за рік	Збиток за рік за базою, грн/рік	k	Збиток за рік за проектом, грн/рік
Матеріальні збитки	100000	3,5	350000	0,066	23100
Середні поранення	150000	1	150000	0,066	9900
Важкі поранення	175000	1,5	262500	0,066	17325
Смертельний випадок	200000	0,5	100000	0,066	6600
Загалом		6,5	862500	0,066	56925

3.5 Розрахунок терміну окупності проекту

Сумарна економія від впровадження заходів ОДР розраховується за формулою:

$$E = E_{затр} + E_{ДТП} - C \quad (3.13)$$

$$E = 201715 + 805575 - 121607 = 885683 \text{ грн / рік}$$

Термін окупності проекту:

$$T_{ок} = \frac{K}{E} \quad (3.14)$$

$$T_{ок} = \frac{1083798}{885683} = 1.22 \text{ років}$$

Таблиця 3.10 - Техніко-економічні показники проекту

Показник	Базове значення	Проектне значення
Капітальні вкладення, грн	-	1083798
Річні експлуатаційні витрати, грн	-	121607
Вартість транспортних затримок, грн/рік	2938447	2736732
Економія від зменшення затримок, грн/рік	-	201715
Економія від зменшення кількості та важкості ДТП, грн./рік	-	805575
Загальна економія, грн./рік	-	885683
Термін окупності проекту, років	-	1,3

Техніко-економічні показники наведено на листі 9 графічної частини.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки тема магістерської роботи «Підвищення ефективності жорсткого світлофорного регулювання на перехресті вулиць Космічної та Олександра Говорухи у м. Запоріжжі», то нижче розглядаємо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки при проведенні робіт з монтажу світлофорних стійок, нанесенні дорожньої розмітки та проведенні асфальтних робіт на перехресті.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

На основі аналізу роботи існуючого стану регулювання дорожнім рухом, виявлені наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, здатні призвести до травм або ушкодження здоров'я працівників та нанести шкоду навколишньому природному середовищу.

4.1.1. Небезпека пробою ізоляції дротів живлення світлофора через коротке замикання внаслідок потрапляння води з атмосферних опадів може призвести до електротравми дослідника, при доторканні до викличного пішохідного пристрою..

4.1.2. Небезпека падіння інструмента, матеріалів з автовишки на дослідника, що знаходиться поблизу місця проведення робіт через неналежне позначення та огородження місця проведення робіт може спричинити травмування дослідника.

4.1.3. При здійсненні розриття для встановлення закладної опори світлофора поблизу підземних інженерних мереж (кабелі живлення контактної мережі під напругою 600 В постійного струму) можливе

ураження електричним струмом крокової напруги дослідника, що перебуває поблизу місця проведення робіт (але не у зоні робіт) по причині випадкового пошкодження ізоляції кабелю.

4.1.4. Небезпека наїзду на пішохода, який не встиг закінчити перехід через наявність широкої проїзної частини та відсутність інформованості про те, скільки буде горіти дозволяючий сигнал світлофору..

4.1.5. Шкідливий вплив підвищеного рівня шуму на дослідника, спричинений роботою мобільного електрогенератора при проведенні зварювальних робіт зі світлофорними стійками внаслідок чого можливе погіршення його психо-емоційного стану та психо-соматичні прояви.

4.1.6. Подразнення верхніх дихальних шляхів та слизових оболонок, спричинене впливом розчинників розмічальної фарби при заправці дорожньої розмічальної машини (переливання фарби з бідона у ємкість для фарби, встановлену на машині), потрапляння фарби на шкіру призводять до алергічних проявів (почервоніння шкіри, слъозотеча, чхання, кашель).

Залежно від інтенсивності дорожнього руху проїзною частиною, розмітка на ній виконується відповідно ДСТУ 2587-2014 "Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування" фарбою, гарячим чи холодним пластиком, пластиковими плівками.

Рідкі засоби, які мають токсичні властивості, зберігають в металічних або пластмасових ємностях з герметичними закриваючими горловинами. На ємностях незмиваною фарбою передбачається нанесення написів „Отрута!”. При змішуванні рідких хімічних засобів з розчинниками або сипучими матеріалами застосовуються заходи, які попереджують виплескування, зпінення або утворення крапель. Необхідно враховувати, що при підвищеній температурі (як правило,

більше 30°C) збільшується інтенсивність випаровування засобів, що мають токсичні властивості.

4.1.7. Небезпечний вплив стробоскопічного ефекту через освітлення робочого місця дослідника люмінесцентними лампами може привести до погіршення гостроти зору.

4.1.8. Пожежа у приміщенні центру управління дорожнім рухом спричинена коротким замиканням у електричному обладнанні (шафі-координаторі) може призвести до отруєння дослідника продуктами горіння під час збирання інформації про режими роботи світлофорного об'єкту.

4.1.9. Вплив електромагнітного імпульсу на елементи виробництва.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

4.2.1. Аби запобігти пробою ізоляції дротів живлення світлофора через коротке замикання внаслідок потрапляння води, корпуси світлофорів відповідно *ДСТУ 4092-2002 «Світлофори дорожні. Технічні вимоги та правила використання»* повинні бути щільно закриті на клямки та мати гумовий ущільнювач для кожної секції.

Конструкція та технічний стан електричних клемників секцій повинні відповідати ГОСТ 12.2.007.0—75 ССБТ. «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Відповідно до *Правил ремонту і утримання технічних засобів організації дорожнього руху*, щорічно проводиться перевірка відповідності значень опору ізоляції кабелів світлофорів на відповідність паспортним даним за допомогою мегаомметра.

4.2.2. Місця проведення дорожніх робіт (встановлення світлофорних стійок, мотаж світлофорів та транспортних детекторів) над поверхнею тротуару або проїзної частини (в місці пішохідного переходу) позначаються дорожніми знаками, тимчасовою (оранжевою) вертикальною та горизонтальною дорожніми розмітками, дорожнім обладнанням (огородженнями, світловими маяками та тумбами, конусами) та іншими технічними засобами організації руху відповідно *ДСТУ 4100-2014 «Знаки дорожні. Технічні вимоги та правила застосування», ГСТУ 218-03450778.092-2002 «Проект (схема) організації дорожнього руху на автомобільній дорозі»*).

З метою уникнення потрапляння пішоходів (у тому числі дослідника) у зони проведення робіт в межах тротуару за проектом тимчасової організації руху вони огорожуються переносними засобами (пішохідними переносними огороженнями), що відповідають ДСТУ 7168:2010 «Огороження дорожні тимчасові. Загальні технічні вимоги». Зокрема, тимчасові пішохідні перильні огороження проектується на відстані не менш ніж 0,3 м від лицьової поверхні бордюру та на відстані не менш ніж 1 м від краю проїзної частини.

4.2.3. Розриття проводиться для підготовки заглиблення з метою встановлення закладної частини основи опори світлофора. Земельні роботи виконують відповідно до технологічних карт (розробка таких документів потребує спеціальної кваліфікації, відмінної від транспортних технологій) з урахуванням вимог *СНиП 3.06.03-85 „Автомобильные дороги” і СНиП III-4-80 * „Правила производства и приемки работ. Техника безопасности в строительстве”*.

Виймати ґрунт поблизу електрокабелів, що знаходяться під напругою, дозволяється тільки вручну лопатами без різних ударів.

Відповідно до *Постанови Кабінету міністрів України від 4.03.1997 р. № 209 «Про затвердження Правил охорони електричних мереж»*, при виявленні підземних мереж, що не позначені на геодезичній зйомці, роботи припиняються до з'ясування характеру цих споруд і відновлюються після отримання дозволу від організацій, що експлуатують ці комунікації.

4.2.4. Для запобігання знаходження пішохода, що закінчує перехід проїзної частини, після завершення дозволяючого світлофорного сигналу, з метою інформування пішоходів про час, що залишився до завершення дії дозволяючого сигналу, застосовуються цифрові табло, які виконуються у вигляді окремої світлофорної секції, чи монтуються у світлодіодну матрицю існуючої секції. Конструкція та складові частини табло повинні забезпечувати видимість цифр табло з відстані, що відповідає не менше як чотирьом смугам руху транспорту. Порядок роботи табло визначається ДСТУ 4092-2002 «Світлофори дорожні. Технічні вимоги та правила використання».

4.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

4.3.1 Згідно з ГОСТ 12.003 – 83 ССБТ “Шум. Общие требования безопасности” шум являє собою сполучення звуків різної інтенсивності й частоти. Для зниження шуму під час проведення робіт з монтажу світлофорних стійок застосовуються такі заходи: скорочення часу роботи електрогенератора (деталі стійок монтуються максимально укрупненими вузлами, більша частина зварювальних робіт проходить не на місці монтажу); застосування захисного кожуха для генератора, який має властивість шумопоглинання та відбиття звукових хвиль;

підключення зварювального трансформатора від стаціонарних джерел електроенергії; використання сучасних електрогенераторів, що мають нижчі робочі рівні шуму.

4.3.2. Обмежується або виключається контакт робітників з токсичними (отруйними) матеріалами. Особи, працюючі з засобами, токсичними властивостями, повинні уникати випадкового попадання цих засобів на шкіру, до засобів індивідуального захисту органів дихання належать респіратори "Лепесток" відповідно *ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація»*. В дорожніх організаціях при застосуванні шкідливих хімічних засобів, а також на ділянках високого виділення пилу повинно бути організовано постійний медичний огляд.

4.3.2. Люмінесцентні лампи зі схемою розжигу на дискретних елементах (стартер, дросель, конденсатор) при роботі від змінного струму частотою 50 Гц видають стробоскопічний ефект, спричинений синусоїдальною зміною миттєвого значення напруги змінного струму на входах світлової трубки.

Для уникнення такого впливу, відповідно *ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення* застосовуються наступні заходи: підключення сусідніх секцій здвоєних світильників до різних фаз електричної системи освітлення; застосування апаратури розжигу на напівпровідникових елементах; заміна газонаповнених світлових трубок на світлодіодні, які не потребують розжигу та мають вмонтовані драйвери (мікросхеми) для згладжування коливань миттєвого значення напруги.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

4.4.1. Відповідно до *НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою*, приміщення центрального пульта контролю та управління відноситься до категорії Д за пожежною безпекою та є пожежонебезпечним. У приміщенні може виникнути пожежа класу Е (пожежа, пов'язана з горінням електричного обладнання). Відповідно до *Правил пожежної безпеки в Україні* для категорій приміщень Г та Д у разі можливості виникнення в них пожежі класу Е рекомендується застосування вуглекислотних вогнегасників ємністю 5 літрів у кількості 2 шт або порошкових вогнегасників ємністю 5 л у кількості 2 шт.

При захисті від пожежі приміщення з наявністю ПЕОМ слід використовувати вуглекислотні вогнегасники. Такі приміщення слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-5 на три ПЕОМ, але не менше ніж один вогнегасник зазначеного типу на приміщення. Оскільки в приміщенні знаходиться 6 ПЕОМ, то кількість вогнегасників слід приймати 2.

Приміщення АСУДР оснащено пожежною сигналізацією з детекторами, що спрацьовують при виявленні диму, які зв'язані з сигнальним пультом, розташованим у приміщенні центрального контрольно-керуючого пункту, проводовими лініями за променевим принципом.

З метою запобігання розповсюдження пожежі у випадку її виникнення на все приміщення через коридори та переходи у всіх переходах та у приміщенні центрального керуючого пункту

встановлено металеві двері, що мають пристрої для автоматичного щільного зачинення. На всіх поверхах у кожному крилі приміщення проведено пожежний водогін та встановлено пожежні крани (ПК) з розташованими поруч вогнегасниками та кнопками для оповіщення про виникнення пожежі, які підімкнено до мережі пожежної сигналізації, контрольний пульт якої встановлено у приміщенні, де забезпечено цілодобове чергування.

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях

4.5.1. Вплив електромагнітного імпульсу на елементи виробництва.

Електромагнітний імпульс - це збурення електромагнітного поля, що чинить вплив на будь-який матеріальний об'єкт, що знаходиться в зоні його дії. До джерел електромагнітного імпульсу належать атмосферні грозові розряди – блискавки.

Вражаюча дія електромагнітного імпульсу обумовлено виникненням наведених напруг і струмів в різних провідниках. Дія імпульсу виявляється, перш за все, по відношенню до електричної та радіоелектронної апаратури. Найбільш уразливі лінії зв'язку, сигналізації та управління. При цьому може статися пробій ізоляції, пошкодження трансформаторів, псування напівпровідникових приладів і т.

Захист від електромагнітного імпульсу досягається двома шляхами:

- застосуванням електростатичного захисту (екрануванням ліній енергопостачання та апаратури);

- включенням до електричних схем спеціальних фільтрів, які не пропускають проходження імпульсів по дротах.

У системах автоматизованого управління дорожнім рухом найбільш вразливими до впливу імпульсів. Що виникають від блискавок. Є дорожні контролери.

Це пояснюється тим, що контролер знаходиться на відкритому повітрі, має розгалужену систему електричних кабелів до світлофорів та дротову лінію зв'язку із центром управління дорожнім рухом.

Наведення напруги у цих лініях та кабелях призводить до протікання струмів значної величини через елементи електроніки контролера (особливо вразливими є польові транзистори та інтегральні мікросхеми).

При проходженні імпульсу через напівпровідник у «закритому» напрямі спостерігається пробій напівпровідника, що означає невідворотну втрату його напівпровідникових властивостей.

Для захисту контролерів пропонуються розроблені відповідно *ДСТУ 4157-2003 «Засоби технічні периферійні автоматизованих систем керування дорожнім рухом»* пристрої грозозахисту.

Пристрій грозозахисту КОМКОН УЦЗ-01 призначений для захисту дорожніх контролерів від імпульсних перенапруг, що виникають в результаті грозових розрядів, коротких замикань і комутаційних процесів в силовій мережі живлення мережі 220В, 50Гц.

Пристрій грозозахисту КОМКОН УЦЗ-02 призначений для захисту силових виходів модуля КДУ дорожнього контролера КОМКОН КДК від імпульсних перенапруг, що виникають в результаті грозових розрядів в кабелях управління світлофорами.

До заходів, що передбачають застосування електростатичного захисту, належить заземлення металевих обкладок броньованих кабелів та корпусів дорожніх контролерів. Відповідно до *Правил*

утримання технічних засобів регулювання дорожнього руху вулично-дорожньої мережі населених пунктів, перевірку стану заземлення з вимірюванням його опору слід здійснювати раз на рік, при цьому значення опору для заземлення повинно відповідати НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.

Висновки за розділом «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

У розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» запропоновано заходи, що можуть відвернути небезпеки для дослідників та працівників дорожньо-експлуатаційного підприємства під час проведення робіт на перехресті вулиць Космічної та О. Говорухи.

Передбачено позначення зони проведення робіт дорожніми знаками та покажчиками; проведення розриття поблизу електрокабелів вручну; застосування засобів індивідуального захисту та контроль нагріву ємності при проведенні розмітки; застосування світлодіодних світильників наявність вогнегасників у приміщенні пульту управління та застосування пожежної сигналізації.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті проаналізовано дорожньо-транспортну ситуацію на перехресті вул. Космічної та вул. О. Говорухи міста Запоріжжя. В результаті аналізу схеми організації дорожнього руху, показників аварійності, геометричних параметрів перехрестя, характеристик транспортних потоків, застосування та режиму роботи технічних засобів організації дорожнього руху встановлено ряд недоліків, як то відсутність дорожньої розмітки, невідповідність структури та параметрів циклу світлофорного регулювання дорожньо-транспортній ситуації, відсутність необхідних згідно з вимогами нормативних документів дорожніх знаків, значний ступінь конфліктності транспортних та пішохідних потоків.

В ході проектування проведено вдосконалення існуючої схеми організації дорожнього руху шляхом застосування архітектурно-планувальних та оперативних заходів, зокрема розширення проїзної частини на підході до перехрестя, збільшення радіусу кривих, зміна структури світлофорного циклу, реорганізація пофазового розподілу учасників дорожнього руху в циклі світлофорного регулювання, встановлення додаткових дорожніх знаків, вдосконалення та оновлення дорожньої розмітки, виділення смуги для руху маршрутних транспортних засобів, позначення зупинки громадського транспорту.

Для впровадження означених заходів необхідні капітальні витрати у розмірі близько 1 млн гривень. У разі реалізації проекту буде досягнуто економії за рахунок зменшення кількості і важкості ДТП, а також тривалості транспортних затримок у розмірі близько 886 тис. гривень на рік, при цьому термін окупності проекту становитиме 1,3 років.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту, затверджені наказом Державного комітету України по житлово-комунальному господарству №21 від 15.05.1995р.
- 2 Полозенко П.М. Комплексна оцінка режимів світлофорного регулювання на перехрестях / М.П. Полозенко –К.: НТУ, 2005.-250с
- 3 ДСТУ 4100-2002. Знаки дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. – на заміну ДСТУ 2586-94; введ. 2002-01-01. – Київ: Держстандарт України.
- 4 ДСТУ 2587-94. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. – на заміну ГОСТ 13508-74; введ. 1994-06-01. – Київ: Держстандарт України.
- 5 Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А.Кременец. – М. : Транспорт, 1990.-255 с.
- 6 ДСТУ 4092-2002. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги. Правила застосування. – на заміну ДСТУ 2586-94; введ. 2002-01-01. – Київ: Держстандарт України.
- 7 Правила дорожнього руху України, введені в дію постановою КМУ від 10.10.2001 р. N 1306 введення у дію з 01.01 2002 р. – Київ : Пронан, 2002. – 56с.
8. Райда І.М. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни “Організація дорожнього руху”: навчальний посібник для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 7.100401 “Організація і регулювання дорожнього руху” / С.В. Грицай; ЗНТУ – Запоріжжя 2006. - 72 с.
9. ГІС-центр Запоріжжя [Електронний ресурс] - www.gis.zp.ua

- 10 Луканин, В. Н. Промышленно-транспортная экология [Текст] : учебник для вузов / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко ; под ред. В. Н. Луканина. - М. : Высшая школа, 2001. - 273с.
- 11 Организация дорожного движения [Электронный ресурс] - www.asud.narod.ru
- 12 Руководство по проектированию и внедрению автоматизированных систем управления дорожным движением на базе АССУД [Текст] введено в действие Приказом МВД СССР от 01.05.1982 №1306/22 – М.: ВНИИБДД МВД СССР, 1981. – 232 с
- 13 Офіційний портал Запорізької міської влади [Електронний ресурс] - meria.zp.ua
14. Єресов, В.І. Конфліктні ситуації та безпека руху пішоходів / В.І. Єресов, Я.В. Рябець // Безпека дорожнього руху України. Науково-технічний вісник. – К. : 2001. - № 2(10). – С.24 – 30.
15. Єресов, В.І. Мінімізація суми перехідних інтервалів при управлінні за сигнальними групами/ В.І. Єресов, Л.А. Пономаренко //36. наук. праць Міжнародної наукової конференції "Транспорт + логістика 2006" - К. : 2006
16. Капитанов, В.Т. Управление транспортными потоками в городах / В.Т. Капитанов, Е.Б. Хилажев - М. : Транспорт, 1985. – 94 с.
17. Ренкин, В.У Автомобильные перевозки и организация дорожного движения/ В.У.Ренкин, П.Клафи, С.Халберт; справочник. Пер. с англ. - М. : Транспорт, 1981. - 592 с.