

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ХОРТИЦЬКОГО ТА
НІКОПОЛЬСЬКОГО ШОСЕ м. ЗАПОРІЖЖЯ

Виконав: студент II курсу, групи T-313м

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

Освітня програма (спеціалізація)
275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»


Валентин ЄМЕЛЬЯНОВ
(прізвище та ініціали)

Керівник  Олексій КОТОВ
(прізвище та ініціали)

Рецензент  Олександр АРТЮХ
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний
Кафедра _____ «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти _____ магістр
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)»
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

СМЕЛЬЯНОВА Валентина Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе м. Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) д-р. техн. наук, проф. КОТОВ Олексій Борисович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» листопада 2024 року №487

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 16 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі характеристики транспортних та пішохідних потоків, існуюча схема організації дорожнього руху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Шляхи усунення недоліків організації руху автомобільного транспорту на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе, 2.2 Удосконалення складових організації дорожнього руху, 2.3 Удосконалення роботи світлофорного об'єкту на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе, 2.4 Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе 3. Економічна частина, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	КОТОВ О.Б., професор		
2	КОТОВ О.Б., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	27.01.2025-05.02.2025	

Студент(ка)


(підпис)

Валентин ЄМЕЛЬЯНОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олексій КОТОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 87 стор., 23 табл., 37 рис., 8 використаних джерел.

ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ПІШОХІДНА ДОРІЖКА, ПІШОХІДНЕ ОГОРОДЖЕННЯ, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД, ПІШОХІДНИЙ СВІТЛОФОР, ПОТЕНЦІЙНА СКЛАДНІСТЬ ПЕРЕХРЕСТЯ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ, СВІТЛОФОРНИЙ ОБ'ЄКТ, СХЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ХАРАКТЕРИСТИКИ РУХУ, ЦИКЛОГРАМА

Об'єкт дослідження – перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе в місті Запоріжжя.

Мета дослідження – удосконалення організації руху автомобільного транспорту, підвищення його безпеки та зниження затримок транспорту.

Метод дослідження – аналітичний та розрахунково-аналітичний.

У магістерській роботі розглянуто перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе з метою проведення заходів з удосконалення організації руху автомобільного транспорту.

Зібрана інформація про наявні на перехресті об'єми руху. Зроблений аналіз ДТП за останні три роки. Визначені недоліки існуючої схеми організації дорожнього руху та запропоновані заходи для підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

Зроблений розрахунок додаткових програм роботи світлофорів.

Можливість впровадження цих заходів підтверджена економічними розрахунками.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	8
1 Аналітична частина.....	
1.1 Об’єкт дослідження – перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе.....	
1.2 Організація управління дорожнім рухом на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.....	
1.3 Оцінка рівня небезпеки на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.....	
1.3.1 Оцінка потенційної складності перехрестя.....	
1.3.2 Статистичний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті.....	
1.4 Дослідження характеристик транспортних потоків на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.....	
1.4.1 Дослідження об’ємів руху транспорту.....	
1.4.2 Дослідження складу транспортних потоків.....	
1.4.3 Дослідження швидкості руху транспорту.....	
1.5 Дослідження організації пішохідного руху в межах перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе.....	
1.6 Розрахунок пропускних спроможностей перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе.....	
1.7 Формулювання завдань для вирішення в магістерській роботі...	
2 Розрахункова частина.....	

2.1	Шляхи усунення недоліків організації руху автомобільного транспорту на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.....
2.2	Удосконалення складових організації дорожнього руху.....
2.2.1	Підвищення безпеки пішохідного руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.....
2.2.1.1	Організація безпечного руху пішоходів пішохідними доріжками
2.2.1.2	Встановлення недостатнього пішохідного світлофору
2.2.1.3	Запобігання можливості переходу Хортицького шосе пішоходами.....
2.2.2	Розгляд доцільності встановлення певного рівня обмеження швидкості руху транспорту Хортицьким шосе.....
2.2.3	Використання дорожніх знаків для управління рухом на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе
2.2.4	Використання дорожньої розмітки для управління рухом на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе
2.3	Удосконалення роботи світлофорного об'єкту на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе
2.3.1	Організація світлофорного регулювання в сучасних умовах.....
2.3.2	Розрахунок режимів світлофорного регулювання на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе
2.4	Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.....
3	Економічна частина.....
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....
	Висновки.....
	Перелік джерел посилання.....

Додаток А.....

Додаток Б.....

Додаток В.....

ВСТУП

Нормальне функціонування сучасного міста залежить від ефективності організації й управління транспортними потоками. Якість організації дорожнього руху стає основою підтримки певного рівня безпеки мешканців міста, екологічної ситуації в ньому. Питання організації дорожнього руху дедалі все більше визначають економічні можливості території.

Незважаючи на війну, транспорту в містах менше не стає. Інтенсивні транспортні потоки стають проблемою для великих населених пунктів. Особливо гостро це видно в містах із значною історією, центральні частини яких будувалися в часи, коли автомобільного транспорту в сучасному його розумінні просто не існувало, або ж обсяги руху були значно меншими. Невідповідність параметрів вуличної мережі обсягам руху призводить до виникнення заторів, затримок руху, зниження загального рівня швидкостей транспортних потоків.

Означені недоліки погіршують транспортну ситуацію в місті в цілому. Знижується безпека руху, погіршується екологічний стан міста.

Незважаючи на прифронтовий статус міста Запоріжжя, всі ці негаразди можливо побачити й в нашому місті. Саме тому, в якості основного об'єкту дослідження в магістерській роботі обране перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе. Це перехрестя розташоване в Хортицькому районі Запоріжжя. Підвищенню безпеки руху, питанням зниження затримок транспортних потоків в межах означеного перехрестя присвячена магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Об'єкт дослідження – перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе

Всі основні вади в організації дорожнього руху найбільше дають про себе знати в критичних точках вулично-дорожньої мережі. Такими точками стають перехрестя вулиць і доріг, де в пікові періоди руху відбувається взаємодія великої кількості одиниць автомобільного транспорту й пішоходів. Саме на перехрестях спостерігається найбільша небезпека для учасників дорожнього руху. Тому в якості об'єкта дослідження в магістерській роботі було обране одне з перехресть Хортицького району (див. рис. 1.1) міста Запоріжжя.

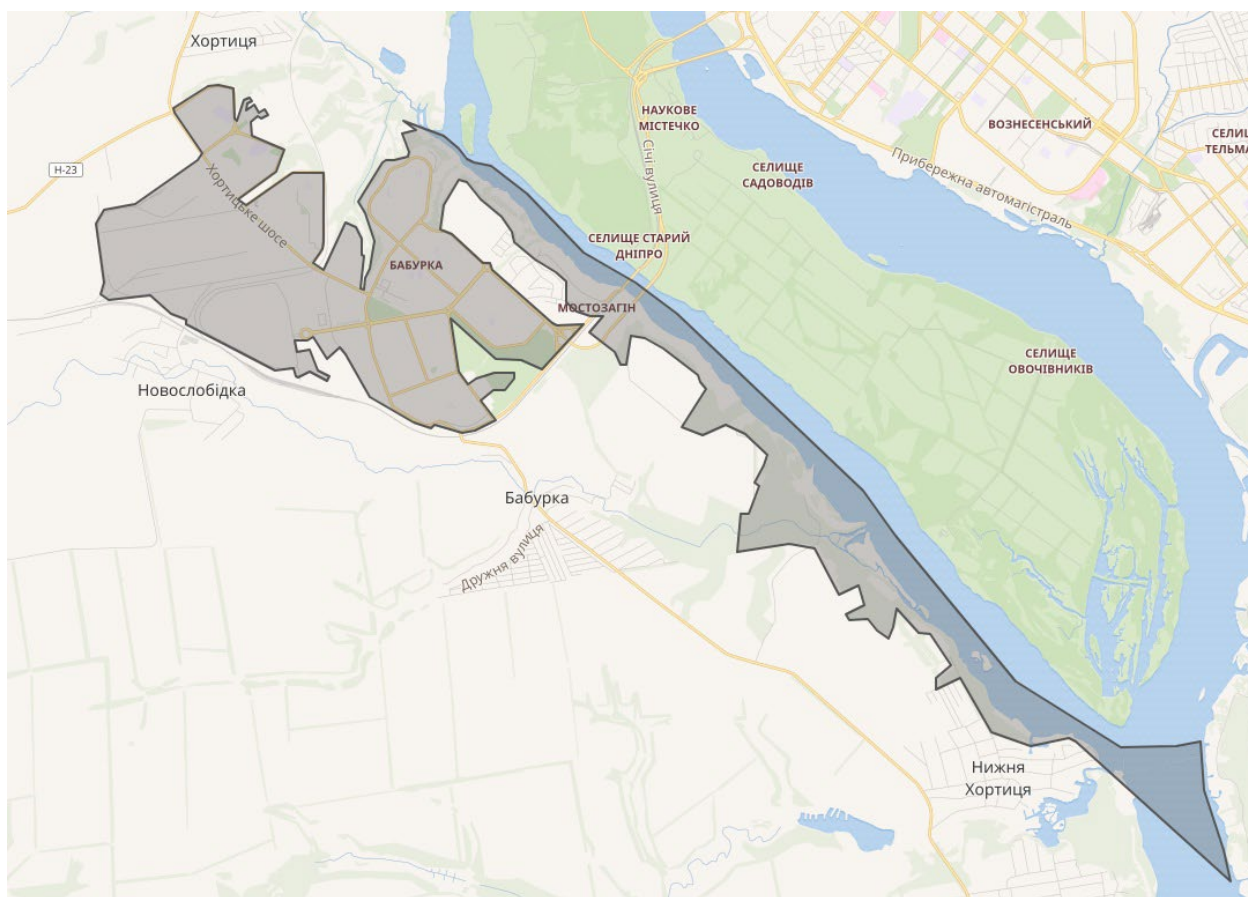


Рисунок 1.1 – Мапа Хортицького району міста Запоріжжя

Перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе розташоване на межі Хортицького й Дніпровського районів. Місце розташування перехрестя на вулично-дорожній мережі наведено на рисунках 1.2, 1.3.

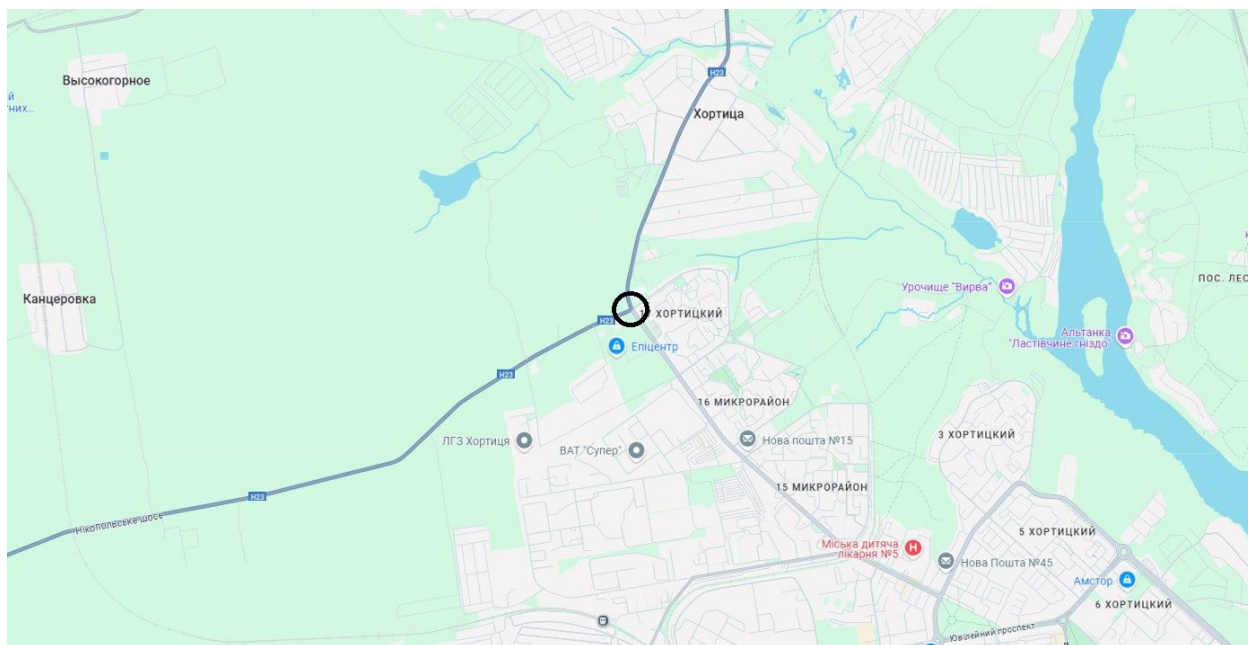


Рисунок 1.2 – Перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе на мережі району



Рисунок 1.3 – Вид на перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе зверху

На перехресті Хортицького та Нікопольського шосе дозволено рух усіх типів автомобільних транспортних засобів.

Перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе має стандартну Х-подібну конфігурацію, перетин вулиць майже під прямим кутом. По факту це перехрестя де стикуються відразу чотири вулиці – Хортицьке шосе, Нікопольське шосе, вулиця Абрагама Коопа та вулиця Калнишевського. Вид на перехрестя з усіх під'їздів до нього наведений на рисунках 1.4-1.7.



Рисунок 1.4 – Під'їзд до перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе від вулиці Рубана

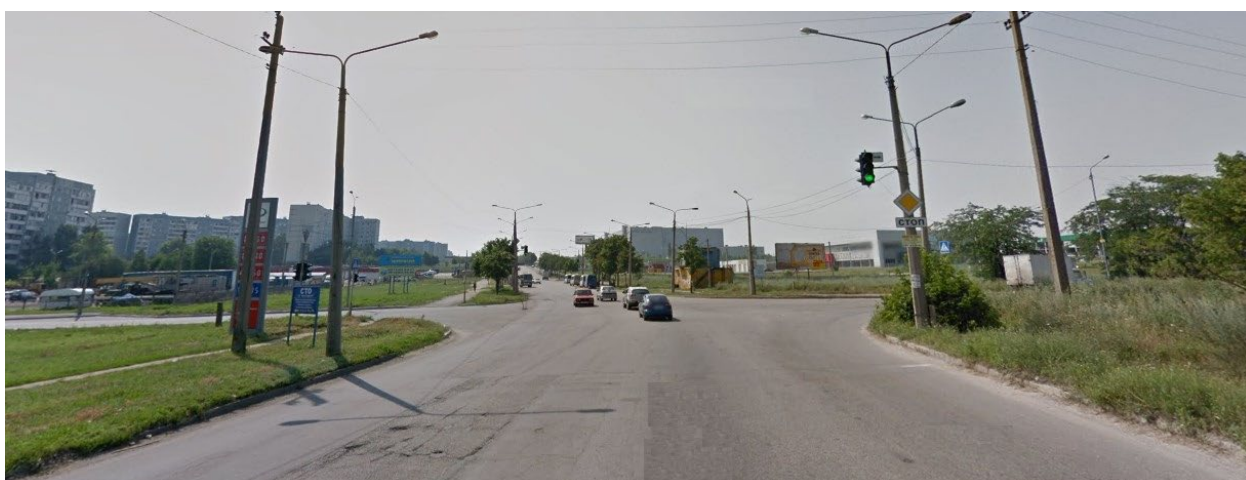


Рисунок 1.5 – Під'їзд до перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе від вулиці Абрагама Коопа

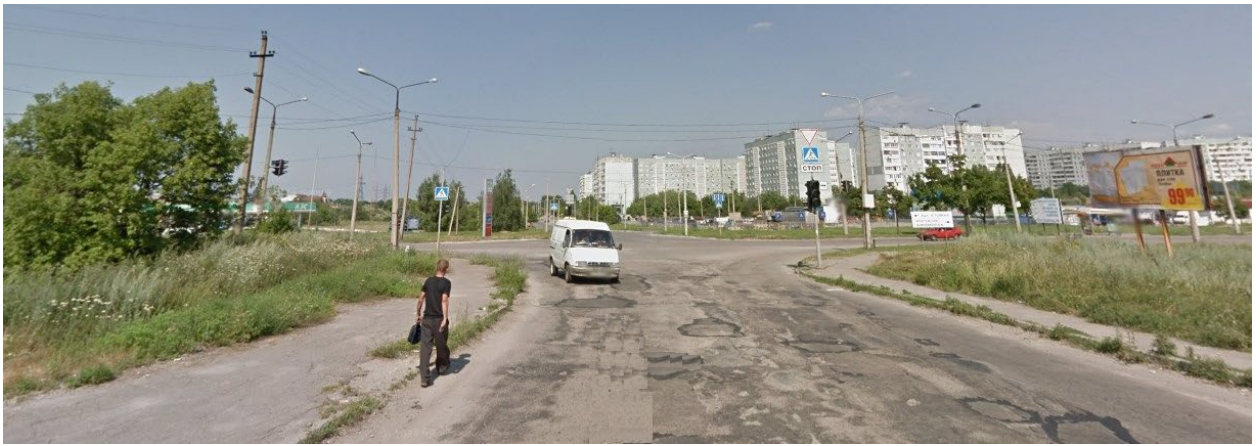


Рисунок 1.6 – Під'їзд до перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе по Нікопольському шосе

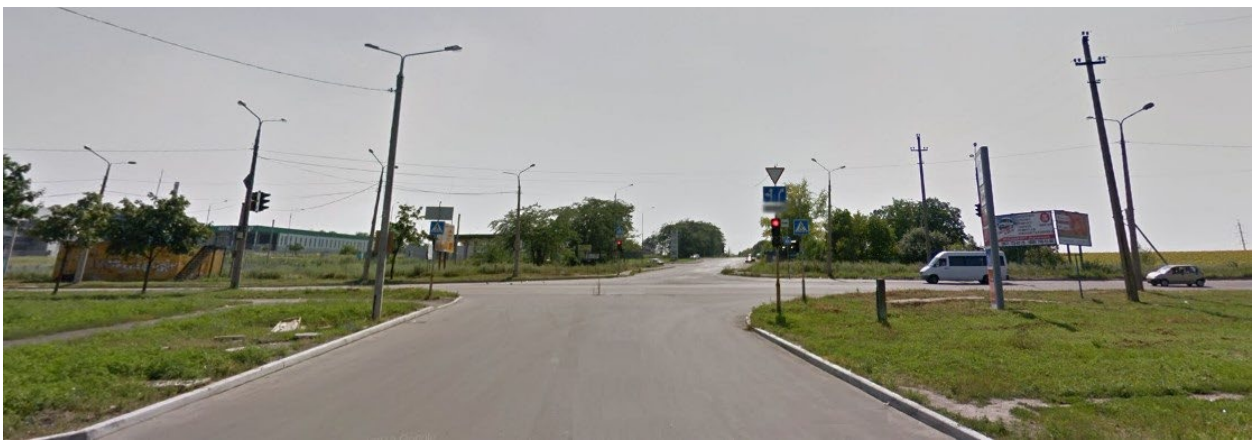


Рисунок 1.7 – Під'їзд до перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе по вулиці Калнишевського

Хортицьке шосе й вулиця Абрагама Коопа мають чотири смуги для руху автомобільних транспортних потоків, тобто по дві смуги для руху в кожному з напрямків. Загальна ширина складає 16 м. Обома вулицями рухається місцевий транспорт, а також транзитний транспорт Дніпропетровської області. Крім цього Хортицьке шосе та вулиця Абрагама Коопа забезпечують поєднання Хортицького й Дніпровського районів міста Запоріжжя.

Вулиця Калнишевського та Нікопольське шосе мають по три смуги для руху автомобілів – дві смуги до перехрестя, й одна від нього. Розподіл смуг позначений тільки по вулиці Калнишевського. По Нікопольському шосе третя

смуга скоріше для виїзду із заправної станції, розташованої перед перехрестям, бо далі основна проїжджа частина має дві смуги.

1.2 Організація управління дорожнім рухом на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

На перехресті Хортицького та Нікопольського шосе напрям головної дороги проходить по Хортицькому шосе й вулиці Абрагама Коопа. На перехресті дозволені всі напрямки руху. Перехрестя має світлофорний об'єкт, який здійснює примусове регулювання руху транспортних та пішохідних потоків.

Управління рухом автомобілів та пішоходів на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе реалізоване з використанням дорожніх знаків, повний перелік яких наведений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Використані дорожні знаки на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість
2.1	Дати дорогу		2
2.3	Головна дорога		2
5.16	Напрямки руху по смугах		1
5.17.2	Напрямок руху по смугах		1
5.38.1	Пішохідний перехід		4
5.38.2	Пішохідний перехід		4
5.62*	Місце зупинки		4

* - № знаку та вигляд відповідає вимогам Правил дорожнього руху України редакції 2021 року

Розташування наявних дорожніх знаків відповідає діючим нормам їх встановлення у відповідності до вимог [1].

Дорожня розмітка під час вивчення перехрестя була практично відсутня, що ускладнювало орієнтування водіїв автомобілів та пішоходів.

Як вже відмічалось вище, перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе має світлофорне регулювання. На перехресті використовуються транспортні світлофори типу I у відповідності до [2] та пішохідні світлофори.

Робота світлофорного об'єкту організована за фазовим принципом. Комбінації світлофорних сигналів на протязі відрізка часу складають такти регулювання, які поділяються на основні та проміжні. Коли діє основний такт, на перехресті дозволяється рух транспортних та пішохідних потоків певних напрямків. Під час дії проміжного такту будь-який рух на перехресті заборонено. Сукупність основного й наступного за ним проміжного тактів є фазою регулювання. Кількість цих фаз залежить від кількості конфліктних напрямів на перехресті – мінімально дві фази [3]. Саме стільки їх і є на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе. Графічне зображення пофазового роз'їзду на перехресті наведено на рисунку 1.8.

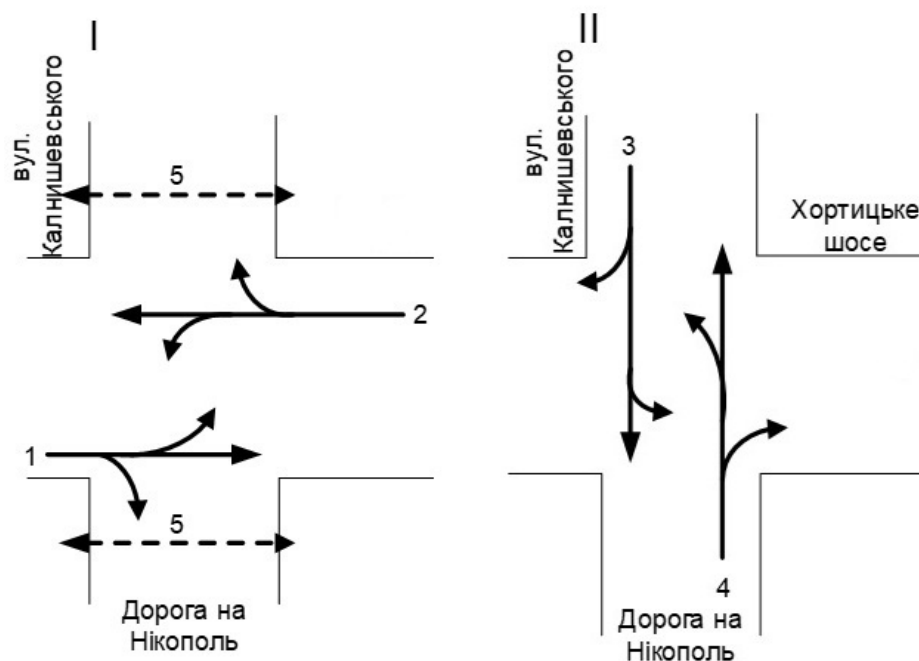


Рисунок 1.8 – Діючі фази регулювання

Всі фази регулювання періодично повторюються. Це називається циклом регулювання світлофорного об’єкту. Саме довжина циклу регулювання розуміється під режимом регулювання на перехресті [3]. Довжина циклу регулювання на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе складає 54 секунди. Режим регулювання представлений у вигляді циклограми, яка наведена на рисунку 1.9.

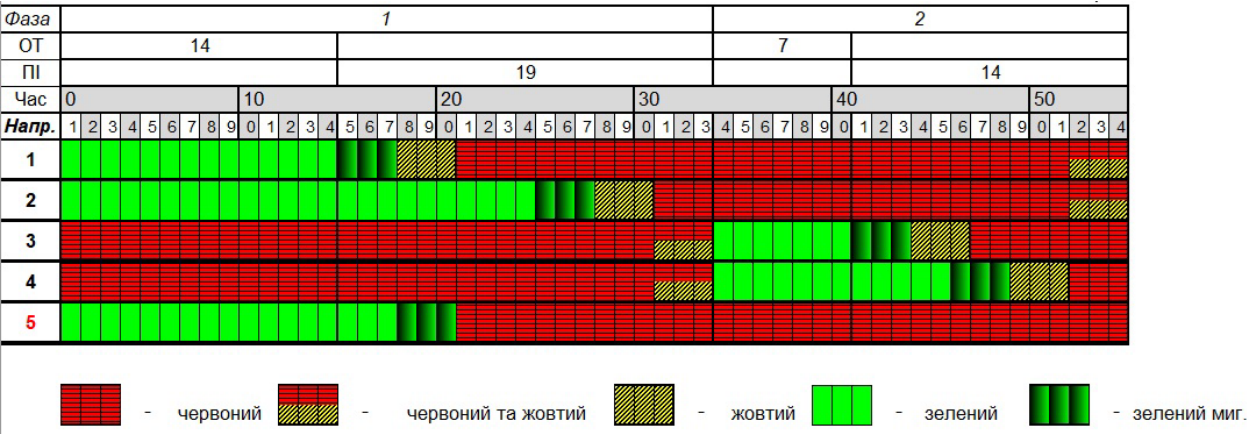


Рисунок 1.9 – Циклограма роботи світлофорів
на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

Усі об’єкти, які задіяні в організації й управлінні рухом транспорту й пішоходів, відображаються на схемі організації дорожнього руху. Схема організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе наведена на рисунку 1.10.

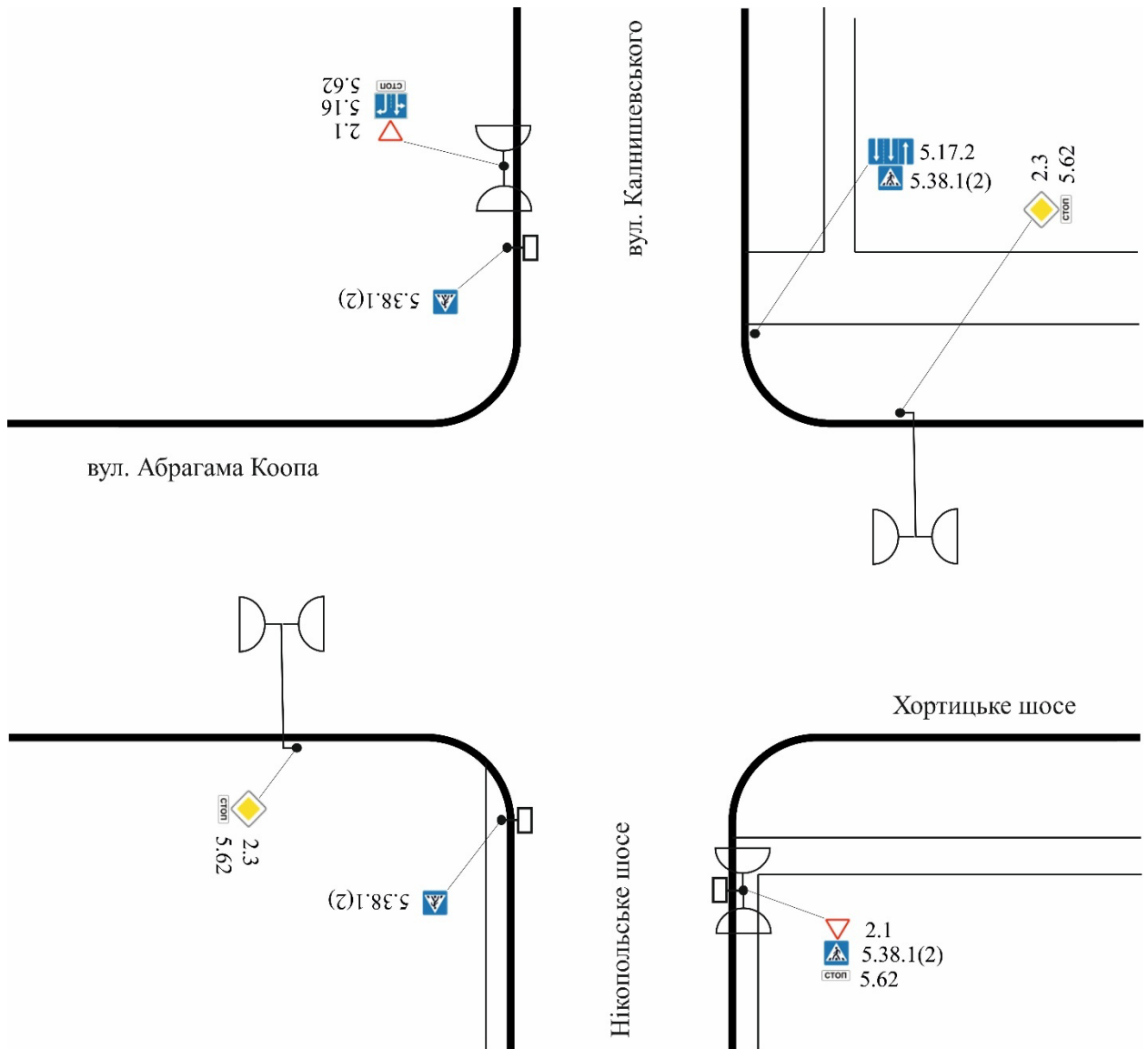


Рисунок 1.10 – Діюча схема організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

1.3 Оцінка рівня небезпеки

на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

1.3.1 Оцінка потенційної складності перехрестя

Для оцінки наявної потенційної складності перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе можливе використання найпростішої системи оцінювання – так званої п'ятибальної системи. Вище вже йшла мова про те, що пе-

перехрестя є місцями, де наявна велика кількість конфліктів транспорту та пішохідів. Потенційне місце конфлікту – це місце певної взаємодії траєкторії руху двох учасників дорожнього руху. Таке місце умовно називають конфліктною точкою. Чим більше конфліктних напрямків руху на перехресті, тим більше й конфліктних точок.

Треба зазначити, що конфліктні точки відрізняються одна від одної за рівнем потенційної небезпеки в залежності від характеру взаємодії учасників дорожнього руху в точці. Так, наприклад, конфліктна точка перетину двох траєкторії умовно є набагато небезпечнішою за конфліктну точку розділення одного потоку на два напрямки. П'ятибальна система оцінювання складності дозволяє врахувати ці особливості.

Потенційний показник складності перехрестя у відповідності до означеної вище п'ятибальної системи оцінювання [4]:

$$m = n_6 + 3n_3 + 5n_n \quad (1.1)$$

де n_6 – кількість точок відхилення на перехресті;

n_3 – кількість точок злиття на перехресті;

n_n – кількість точок перетину на перехресті.

Як бачимо, система поділяє конфліктні точки на групи. На рисунку 1.11 наведені можливі узагальнені групи конфліктних точок.

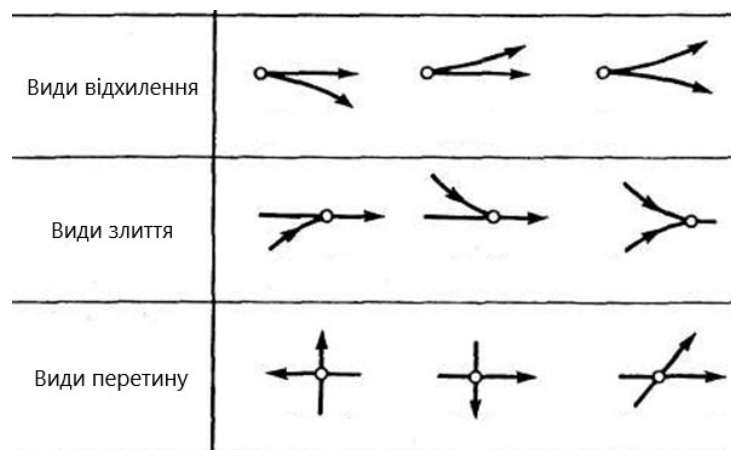


Рисунок 1.11 – Різновиди конфліктних точок [4]

Щоб скористатися п'ятибальною системою для оцінювання складності перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе були проаналізовані всі наявні траєкторії руху транспортних потоків на перехресті. Отримані конфліктні точки перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе наведені на рисунку 1.12.

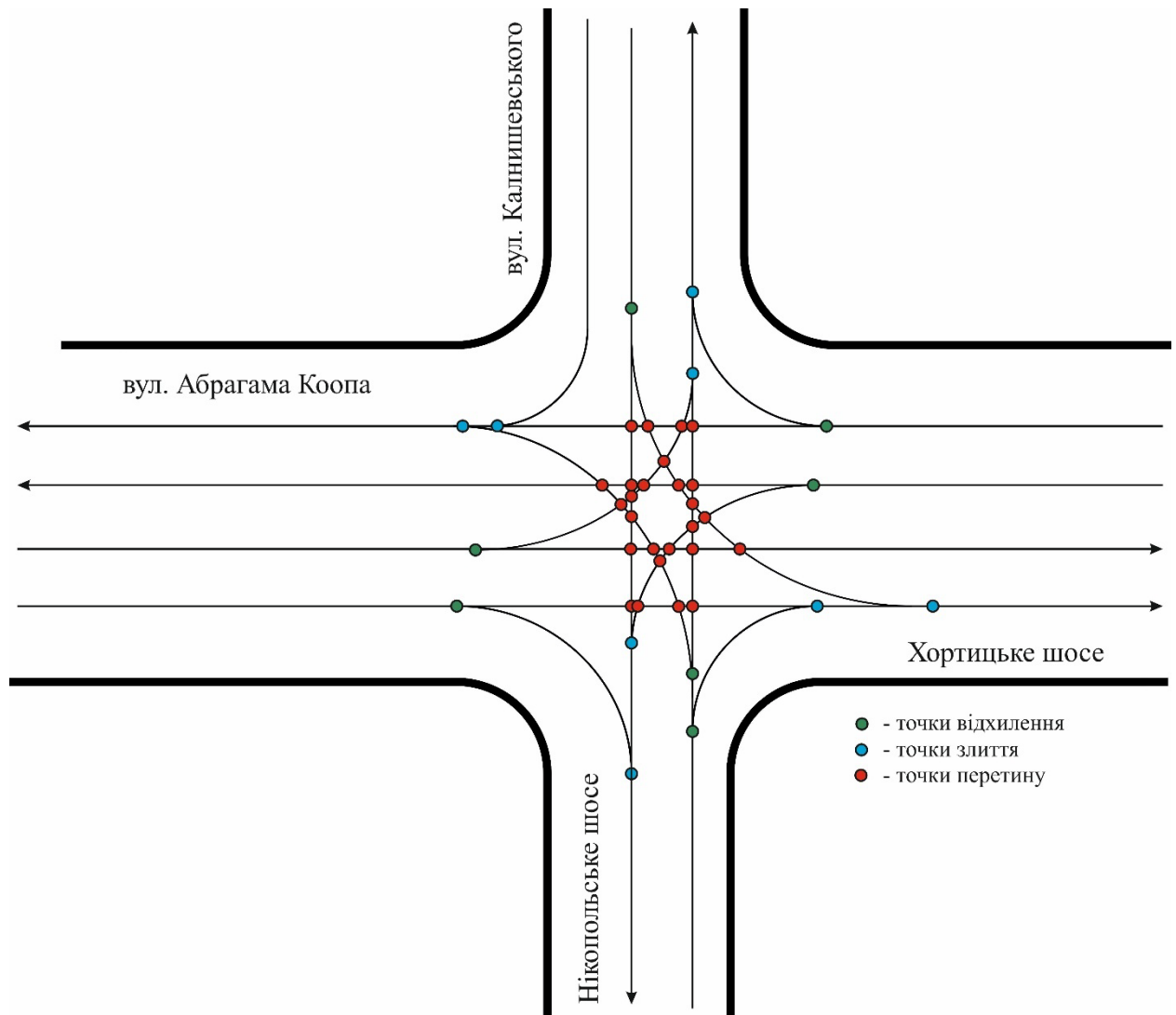


Рисунок 1.12 – Наявні конфліктні точки
на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

У відповідності до рисунку 1.12, на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе спостерігаються різні конфліктні точки в кількості:

- точки відхилення – 7;
- точки злиття – 8;
- точки перетину – 26.

Потенційний показник складності перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе:

$$m = 7 + 8 \cdot 3 + 26 \cdot 5 = 161.$$

В залежності від отриманого показника складності перехрестя, для якого виконувався розрахунок, можна віднести до визначеної групи за потенційною складністю [4]:

- показник m менше 40 – перехрестя малої складності;
- показник m від 40 до 80 – перехрестя середньої складності;
- показник m від 80 до 150 – перехрестя складне;
- показник m більше 150 – перехрестя дуже складне.

Порівнюючи розрахунок із класифікацією, можна стверджувати, що перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе є потенційно дуже складним перехрестям.

1.3.2 Статистичний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті

Основна класифікація дорожньо-транспортних пригод (ДТП) виконується за їх типами [4]:

- зіткнення – фактичний контакт автомобілів один з одним;
- перевертання – фактичне порушення нормального розташування автомобіля;
- наїзд на перепону – фактичний контакт автомобіля з нерухомим об'єктом;
- наїзд на пішохода – фактичний контакт автомобіля та пішохода.

Аналіз існуючої статистики ДТП говорить про те, що переважна більшість ДТП є наслідком порушення правил дорожнього руху як водіями автомобілів, так і пішоходами. Також існує певна частка ДТП, які відбулися через певні вади в організації дорожнього руху.

Водії є найосвіченішими учасниками дорожнього руху, бо кожен з них здає відповідні іспити на право керування транспортним засобом. Але й вони стають причиною виникнення ДТП. Ось загальна класифікація ДТП, причинами яких стали певні дії водіїв автомобілів [4]:

- порушення швидкісного режиму руху – недотримання рекомендованих швидкостей руху;
- порушення вимог до підтримання належної дистанції між автомобілями;
- порушення правил виконання різного роду маневрів;
- тощо.

Серед причин ДТП із найгіршими наслідками в першу чергу слід відмітити фізичний та психологічний стан водія, який може бути неадекватним через сп'яніння чи під впливом хімічних речовин.

На практиці причин виникнення ДТП може бути декілька. Зміна однієї складової дорожнього руху призводить до погіршення інших і всі вони разом значно підвищують ризик дорожньо-транспортної пригоди.

Особливої уваги потребує організація пішохідного руху. Пішоходи, як учасники дорожнього руху, є фактично не захищеними. При цьому вони можуть взагалі не знати Правил дорожнього руху й порушувати їх свідомо чи несвідомо. Причинами виникнення ДТП здебільшого стають дві дії пішоходів, а саме:

- вихід пішохода на проїжджу частину перед автомобілями;
- перехід пішоходом проїжджої частини в непризначених для цього місцях.

Статистичні показники виникнення ДТП являють собою фактичну кількість дорожньо-транспортних пригод, що відбулися на певній території за визначений період часу. Кількість ДТП на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе надана в таблиці 1.2 та на рисунку 1.13.

Таблиця 1.2 – Кількість дорожньо-транспортних пригод по роках

2021	2022	2023	Всього
3	5	3	11

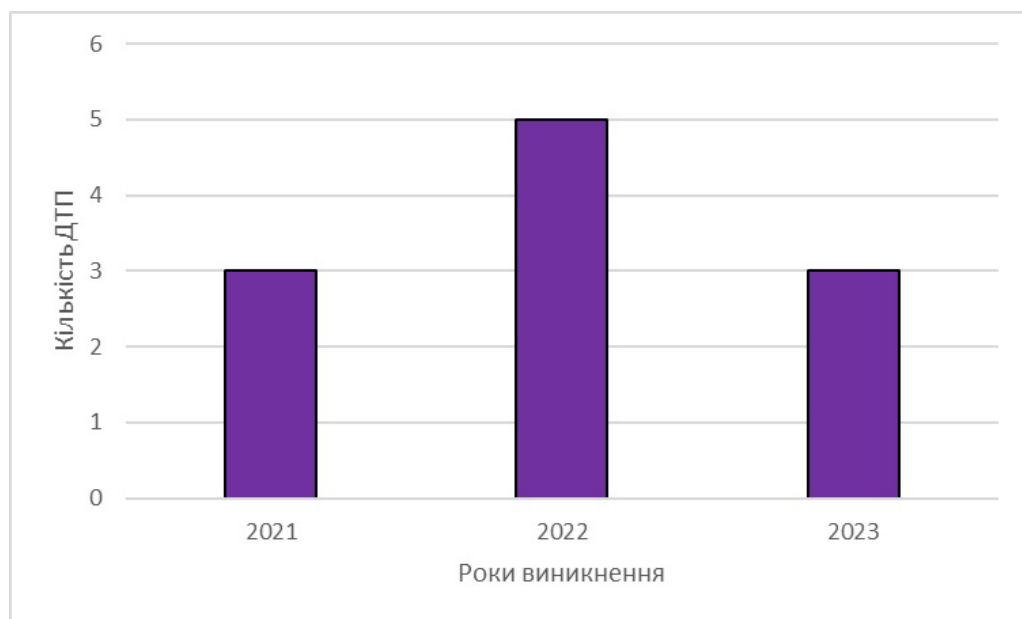


Рисунок 1.13 - Кількість дорожньо-транспортних пригод по роках

Тяжкість ДТП наведена в таблиці 1.3 та на рисунку 1.14.

Таблиця 1.3 – Тяжкість дорожньо-транспортних пригод по роках

Роки	Тяжкість ДТП		
	без постраждалих	з постраждалими	із загиблими
2021	2	1	0
2022	3	1	1
2023	3	0	0

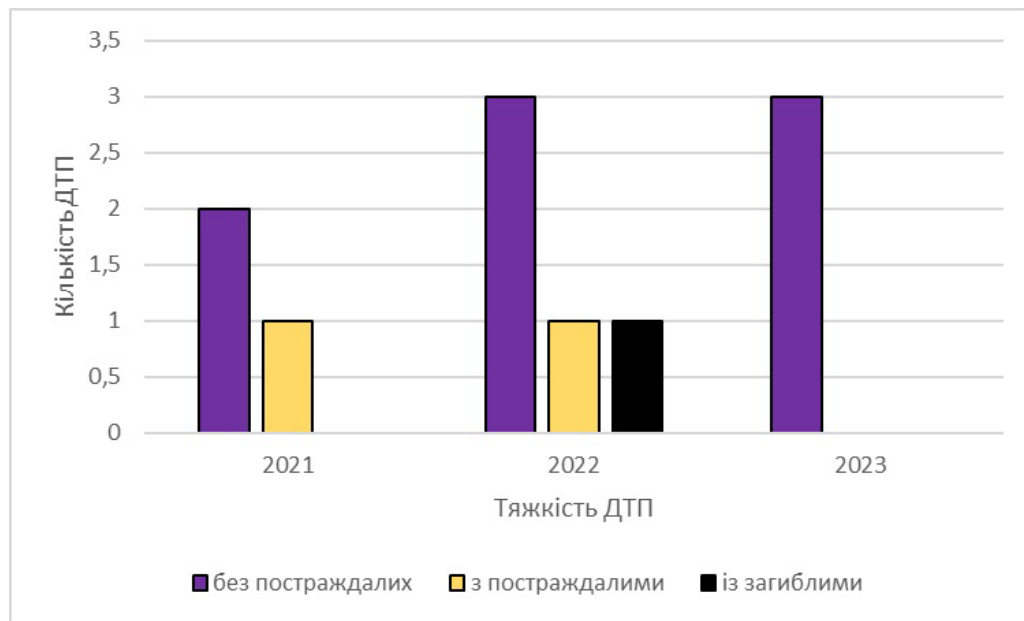


Рисунок 1.14 - Тяжкість дорожньо-транспортних пригод по роках

Статистичні дані про виниклі дорожньо-транспортні пригоди використовувалися для подальшого аналізу, результати якого наведені в таблиці 1.4 та на рисунку 1.15.

Таблиця 1.4 – Аналіз аварійності

Види ДТП					
зіткнення			наїзд на пішохода		
без постраждалих	з постраждалими	із загиблими	без постраждалих	з постраждалими	із загиблими
8	1	0	0	1	1

Потенційно перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе є дуже складним й на ньому періодично відбуваються дорожньо-транспортні пригоди двох основних видів. Це зіткнення автомобільних транспортних засобів один з одним та наїзд цих засобів на пішоходів. Останній вид ДТП, як свідчить статистика, має дуже тяжкі наслідки. Тому підвищення рівня безпеки руху на перехресті є необхідним заходом.

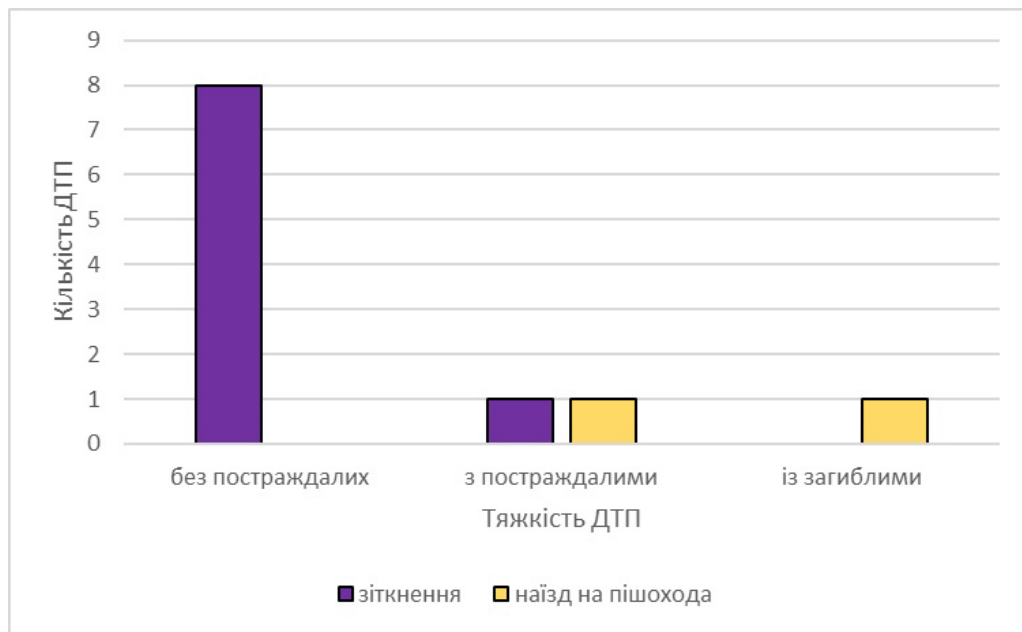


Рисунок 1.15 - Аналіз аварійності

1.4 Дослідження характеристик транспортних потоків на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

1.4.1 Дослідження об'ємів руху транспорту

Основною характеристикою транспортних потоків є об'єм або інтенсивність руху. Ця величина представляє собою фактичну кількість транспортних засобів, які перетинають розріз дороги чи вулиці за визначену одиницю часу. Найчастіше в якості відрізка часу приймається одна година. В цьому випадку об'єм чи інтенсивність руху вимірюється в авт./год. Іноді потрібні дані про добові об'єми руху чи навіть середньорічні інтенсивності [4].

В якості основної особливості зміни об'ємів руху є їх нерівномірність як у часі, так і у просторі. Якщо говорити про зміну інтенсивності на протязі доби, то вона, перш за все, характеризується наявністю ранкових та вечірніх пікових годин. На протязі цих годин відмічається високе транспортне навантаження, яке створює значні проблеми для всіх учасників руху. Типовий графік зміни об'ємів руху на протязі доби наведений на рисунку 1.16.

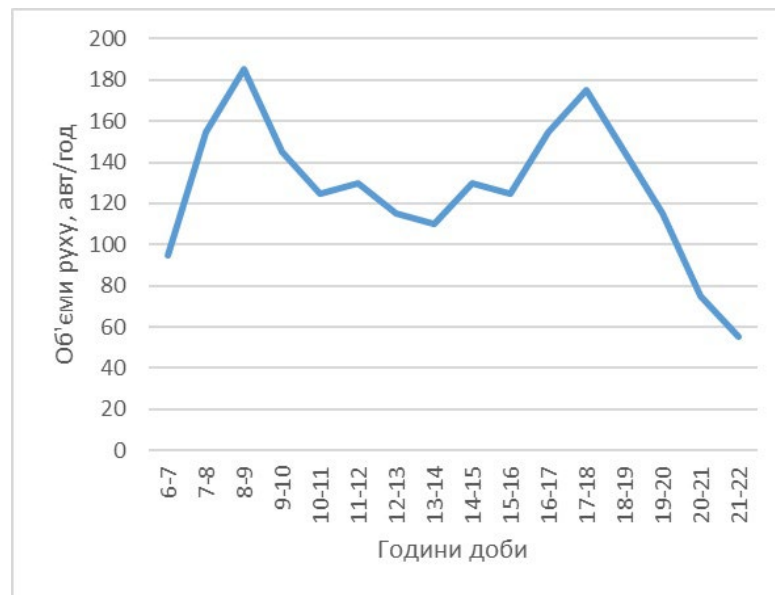


Рисунок 1.16 – Типовий графік зміни об'ємів руху за годинами доби [4]

Також мають місце сезонні коливання об'ємів руху. Так влітку транспортні потоки є більш інтенсивними.

Коливання об'ємів руху у просторі створюють різні рівні транспортного навантаження на різних ділянках вулично-дорожньої мережі. Підвищений рівень навантаження мережі спостерігається звичайно в центральній частині міст, а також в районах формування вантажо- та пасажиропотоків [4].

З метою отримання реальних даних про об'єм руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе проводилися спостереження за транспортними потоками. За кожним напрямком руху на перехресті спостерігалися наявні в потоці транспортні засоби за їх типами. Дослідження виконувалися на протязі трьох періодів: 1 година вранці (з 7:00 до 8:00), 1 година у між піковий період (з 13:00 до 14:00) та 1 година ввечері (з 17:00 до 18:00). На рисунку 1.17 наведені напрямки руху транспорту, на яких відбувалося дослідження.

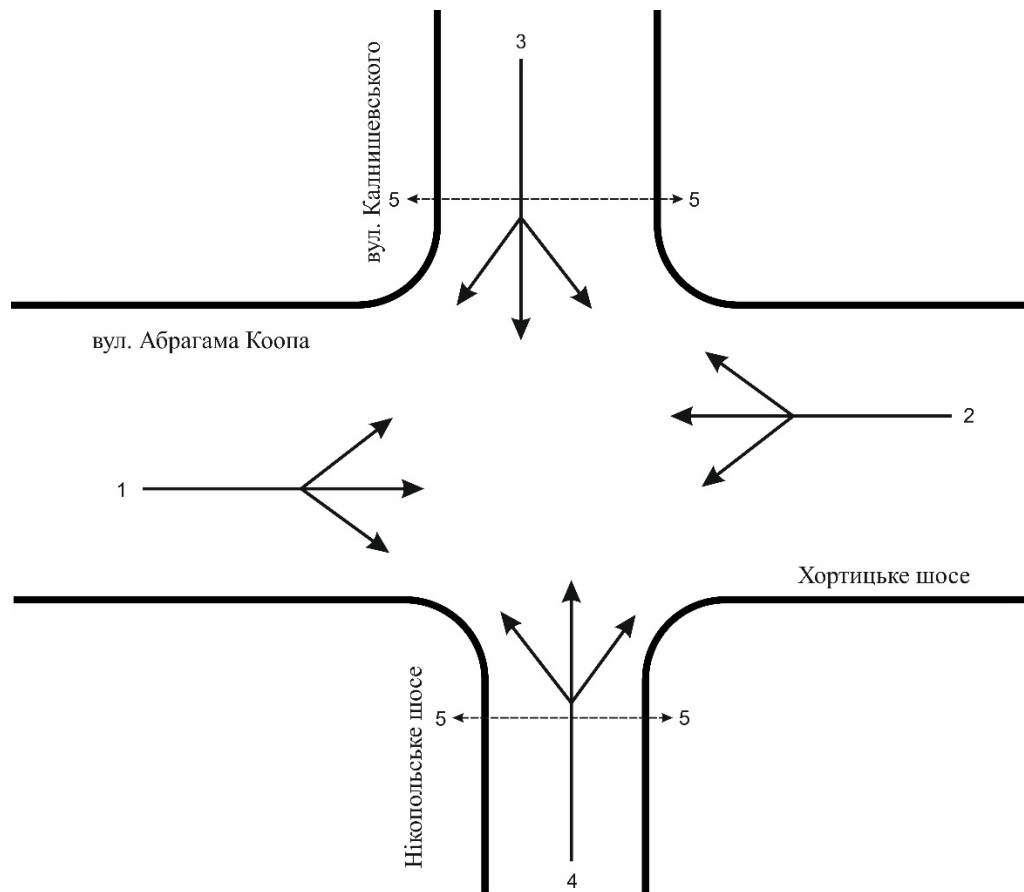


Рисунок 1.17 – Напрямки для дослідження об'ємів руху

Досліджені об'єми руху за різними типами автомобільних транспортних засобів необхідно усереднити з метою отримання єдиних одиниць виміру. Для цього всі отримані дані об'ємів руху за типами автомобілів приводять до умовного легкового автомобіля [4]:

$$N_{np} = \sum N_i \cdot K_i \quad (1.2)$$

де N_i – об'єм руху i -го типу автомобільних транспортних засобів;
 K_i – коефіцієнт приведення i -го типу автомобільних транспортних засобів до умовного легкового автомобіля.

Відповідно розраховані об'єми руху наведені на рисунках 1.18-1.20.

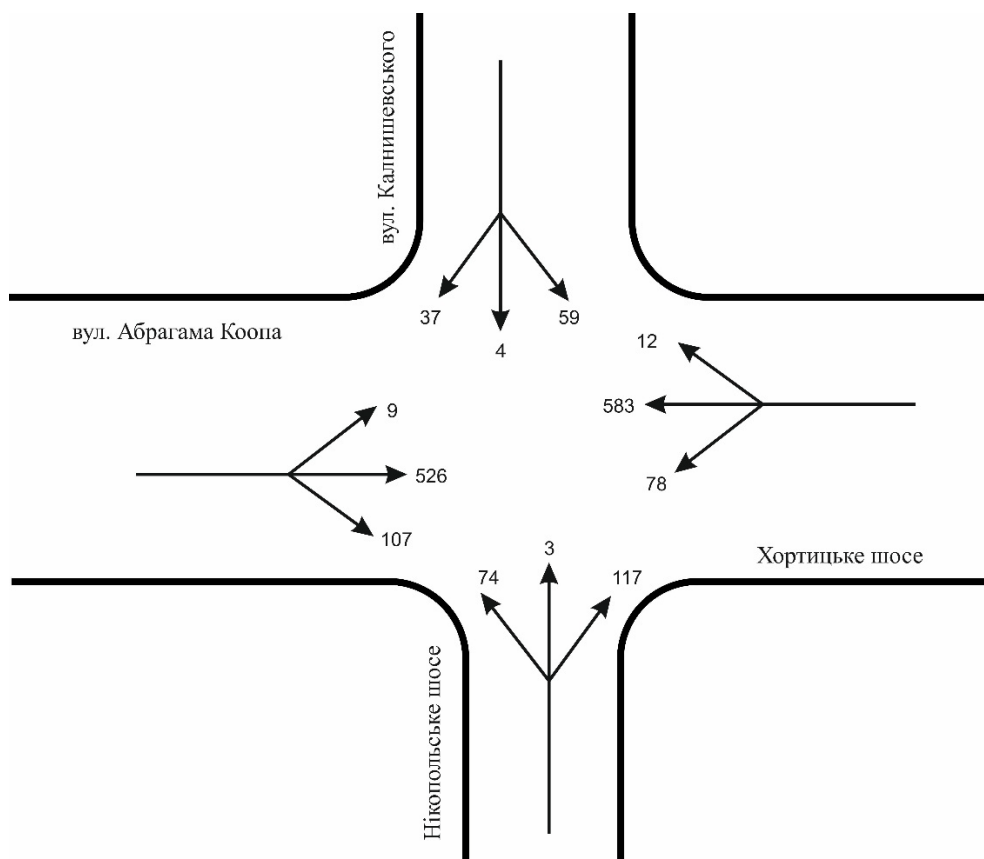


Рисунок 1.18 – Приведені об'єми руху (з 7:00 до 8:00)

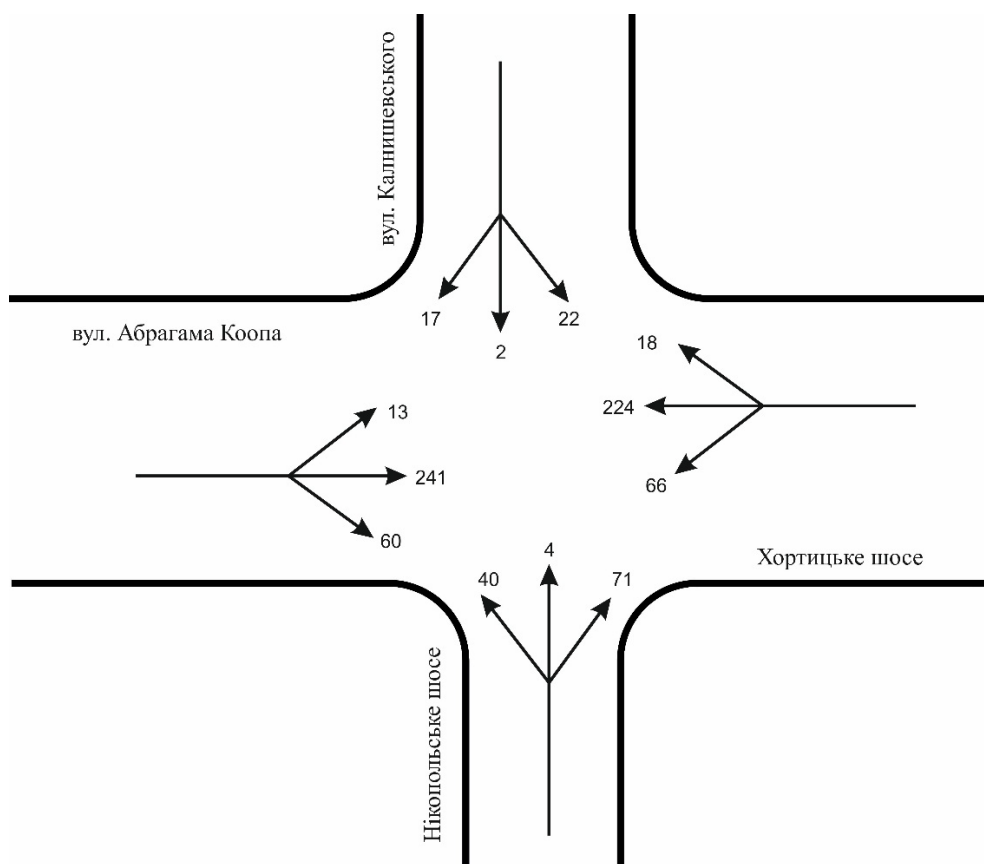


Рисунок 1.19 – Приведені об'єми руху (з 13:00 до 14:00)

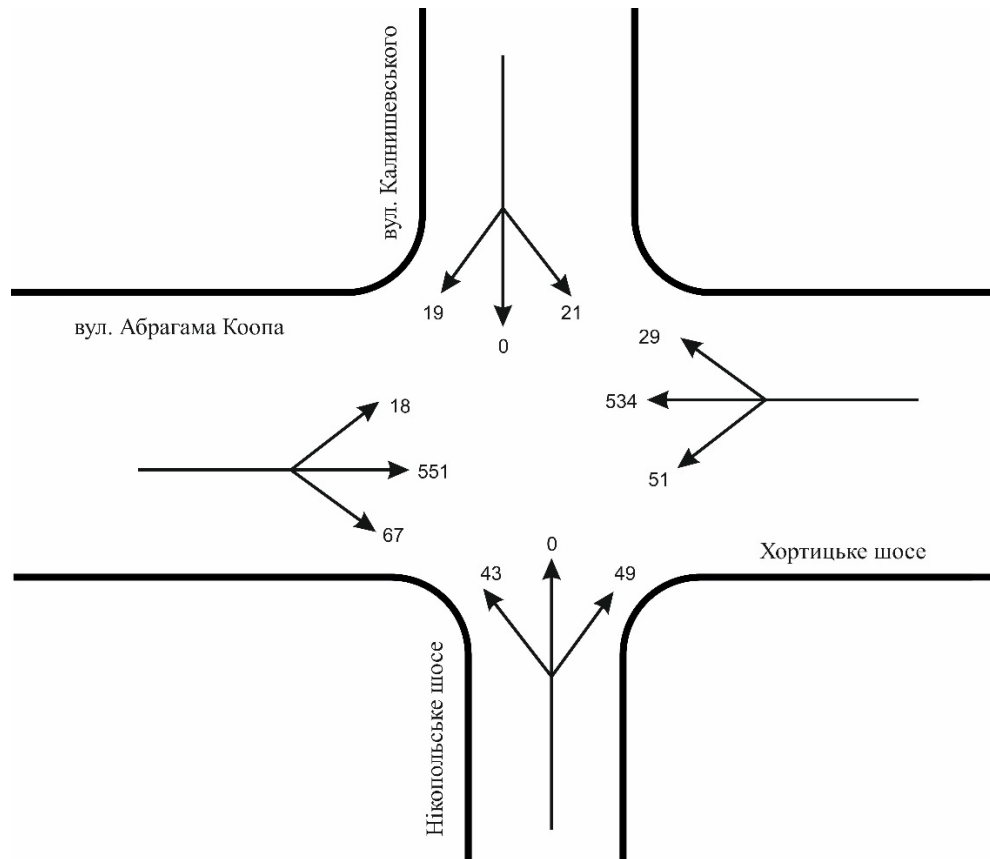


Рисунок 1.20 – Приведені об'єми руху (з 17:00 до 18:00)

Загальний об'єм руху автомобільних транспортних засобів на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе становить понад 1400 одиниць за годину в ранковій піковій годині.

1.4.2 Дослідження складу транспортних потоків

Склад транспортного потоку суттєвим чином впливає на умови і режими руху автомобілів. Рівень безпеки руху є значно нижчим в разі наявності різно-рідного потоку. У легкових та вантажних автомобілів доволі різні динамічні та гальмівні якості. Це стає причиною того, що у змішаному транспортному потоці підвищується вірогідність виникнення потенційно небезпечних ситуацій [4].

Більш низька швидкість руху вантажних автомобілів у порівнянні із легковими примушує водіїв легкових автомобілів виконувати маневри обгону для підтримки зручного для них швидкісного режиму. При цьому маневрування виконується в умовах обмеженої видимості в разі слідування легкового автомобіля за вантажним, що також підвищує ризик виникнення ДТП [4].

Дослідження об'ємів руху транспортних потоків відбувалося за типами автомобільних транспортних засобів, які утворюють наявний склад транспортного потоку. На рисунку 1.21 наданий склад транспортного потоку на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

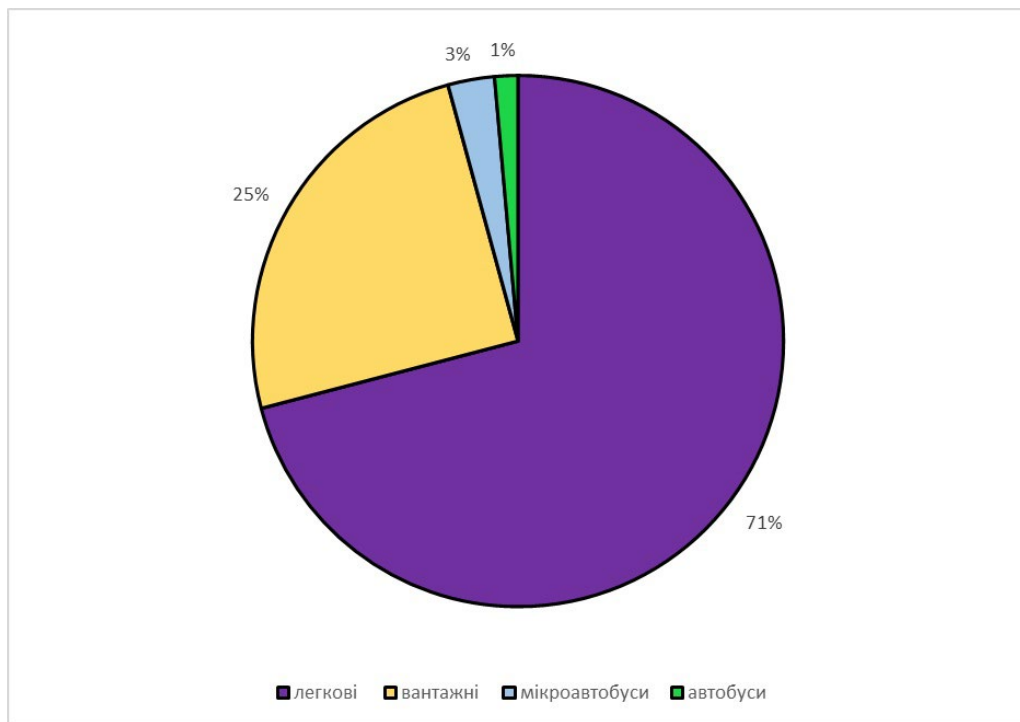


Рисунок 1.21 – Склад автомобільних транспортних потоків на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

З рисунку 1.21 можна зробити висновок, що на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе наявний неоднорідний транспортний потік – частка легкових автомобілів в потоці складає в ранкові пікові години 71 %.

1.4.3 Дослідження швидкості руху транспорту

Регламентация швидкості руху постійно супроводжує процес дорожнього руху. Це пов'язане із безпосереднім впливом швидкості на рівень аварійності та тяжкість наслідків ДТП. Досвід організації дорожнього руху в багатьох країнах доводить, що перевищення швидкості руху – одна з основних причин ДТП поза межами населених пунктів. Стосовно пішоходів, які є найбільш вразливою часткою учасників дорожнього руху, швидкість також значною мірою визначає тяжкість наслідків ДТП [4].

Обмеження верхньої границі швидкості руху є найрозповсюдженішим заходом щодо встановлення оптимальних швидкісних режимів. Наприклад, в Україні діє обов'язкове постійне обмеження швидкості руху автомобільних транспортних засобів у населених пунктах – не більше 50 км/год. Така практика поширена в багатьох країнах світу [4].

Для визначення швидкості руху автомобілів в практиці організації дорожнього руху використовують різні методи. Сучасна технічна складова організації дорожнього руху в межах проведення досліджень надає широкий спектр спеціальних приладів. На кафедрі «Транспортні технології» для проведення таких досліджень є вимірювач швидкості «Іскра -1» імпульсного типу. Він простий в експлуатації та надійний. Вимірювання швидкостей окремих автомобілів на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе виконано з його використанням.

Вимірювання швидкості автомобілів виконувалося окремо на всіх підходах до перехрестя. Фіксувалися швидкості проїзду перехрестя автомобілями на дозволяючий сигнал світлофору. Було зафіксовано по 60 значень швидкостей різних типів автомобілів.

В таблиці 1.5 наведені результати спостережень швидкості по Хортицькому шосе.

Таблиця 1.5 – Обробка результатів спостережень швидкості по Хортицькому шосе

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спосте- режень в інтер- валі	Частість	Накопичена частість
30-35	32,5	1	0,016667	0,016667
35-40	37,5	4	0,066667	0,083333
40-45	42,5	10	0,166667	0,25
45-50	47,5	17	0,283333	0,533333
50-55	52,5	11	0,183333	0,716667
55-60	57,5	8	0,133333	0,85
60-65	62,5	5	0,083333	0,933333
65-70	67,5	2	0,033333	0,966667
70-75	72,5	2	0,033333	1

На рисунку 1.22 наведений розподіл швидкостей окремих автомобілів на цьому підході.

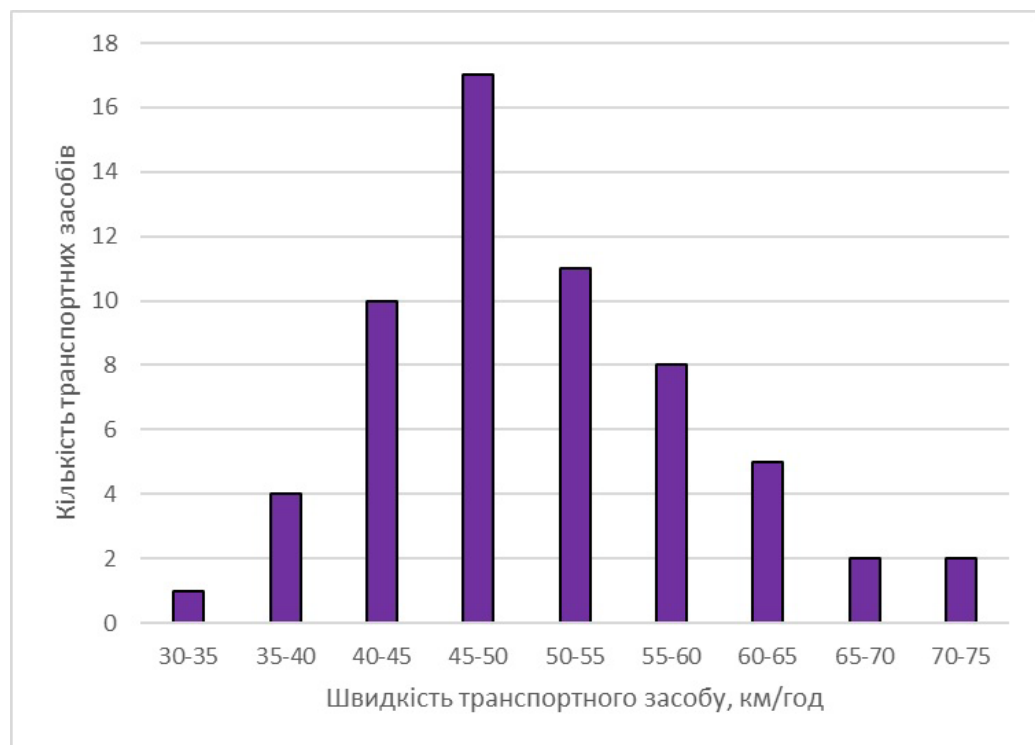


Рисунок 1.22 - Швидкості руху автомобілів
Хортицьким шосе

Для розрахунку середньої швидкості руху скористаємося наступною формулою [4]:

$$\bar{V} = \frac{\sum V_i \cdot m_i}{\sum m_i}. \quad (1.3)$$

Середня швидкість руху автомобілів Хортицьким шосе з боку вулиці Курзова:

$$\bar{V} = \frac{3045}{60} = 50,75 \text{ км/год.}$$

За таким самим принципом виконуються обробки результатів досліджень швидкостей руху окремих автомобілів ще на трьох підходах до перехрестя.

В таблиці 1.6 наведені результати спостережень швидкості вулицею Абрагама Коопа.

Таблиця 1.6 – Обробка результатів спостережень швидкості вулицею Абрагама Коопа

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі	Частість	Накопичена частість
< 30	15	2	0,033333	0,033333
30-35	32,5	5	0,083333	0,116667
35-40	37,5	8	0,133333	0,25
40-45	42,5	12	0,2	0,45
45-50	47,5	15	0,25	0,7
50-55	52,5	9	0,15	0,85
55-60	57,5	6	0,1	0,95
60-65	62,5	3	0,05	1

На рисунку 1.23 наведений розподіл швидкостей окремих автомобілів на цьому підході.

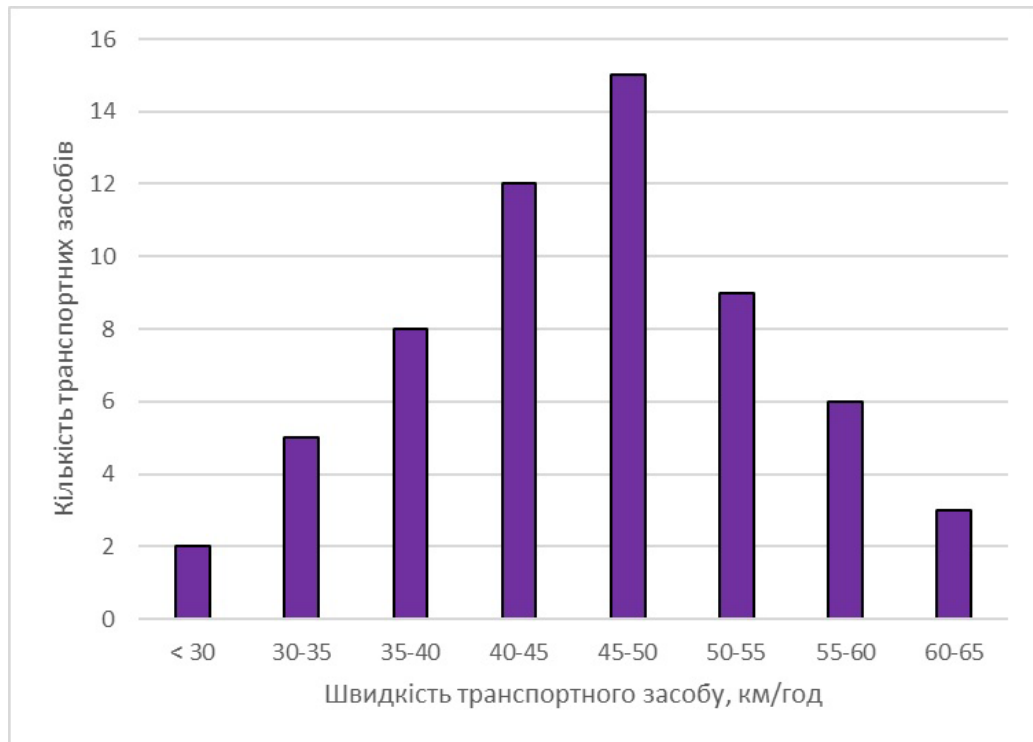


Рисунок 1.23 - Швидкості руху автомобілів
вулицею Абрагама Коопа

Середня швидкість руху автомобілів вулицею Абрагама Коопа:

$$\bar{V} = \frac{2720}{60} = 45,33 \text{ км/год.}$$

В таблиці 1.7 наведені результати спостережень швидкості по Нікопольському шосе.

Таблиця 1.7 – Обробка результатів спостережень швидкості по Нікопольському шосе

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі	Частість	Накопичена частість
< 30	15	10	0,166667	0,166667
30-35	32,5	19	0,316667	0,483333
35-40	37,5	18	0,3	0,783333
40-45	42,5	13	0,216667	1

На рисунку 1.24 наведений розподіл швидкостей окремих автомобілів на цьому підході.

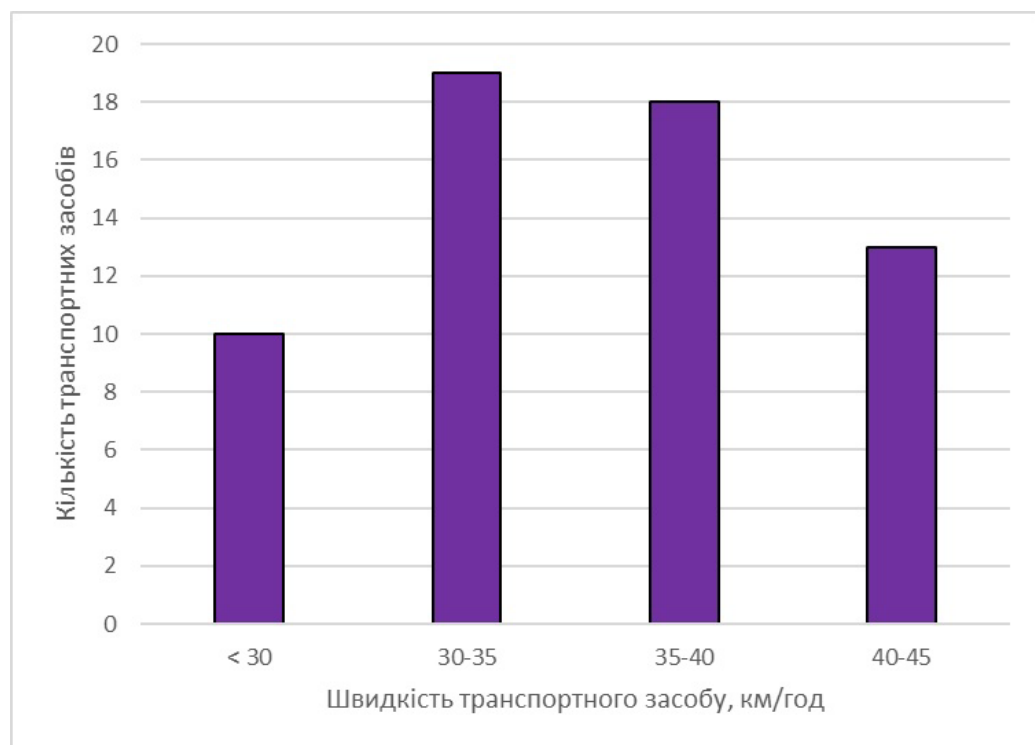


Рисунок 1.24 - Швидкості руху автомобілів по Нікопольському шосе

Середня швидкість руху автомобілів по Нікопольському шосе:

$$\bar{V} = \frac{1995}{60} = 33,95 \text{ км/год.}$$

В таблиці 1.8 наведені результати спостережень швидкості по вулиці Калнишевського.

Таблиця 1.8 – Обробка результатів спостережень швидкості по вулиці Калнишевського

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спосте- режень в інтер- валі	Частість	Накопичена частість
< 30	15	6	0,1	0,1
30-35	32,5	9	0,15	0,25
35-40	37,5	20	0,333333	0,583333
40-45	42,5	14	0,233333	0,816667
45-50	47,5	9	0,15	0,966667
50-55	52,5	2	0,033333	1

На рисунку 1.25 наведений розподіл швидкостей окремих автомобілів на цьому підході.

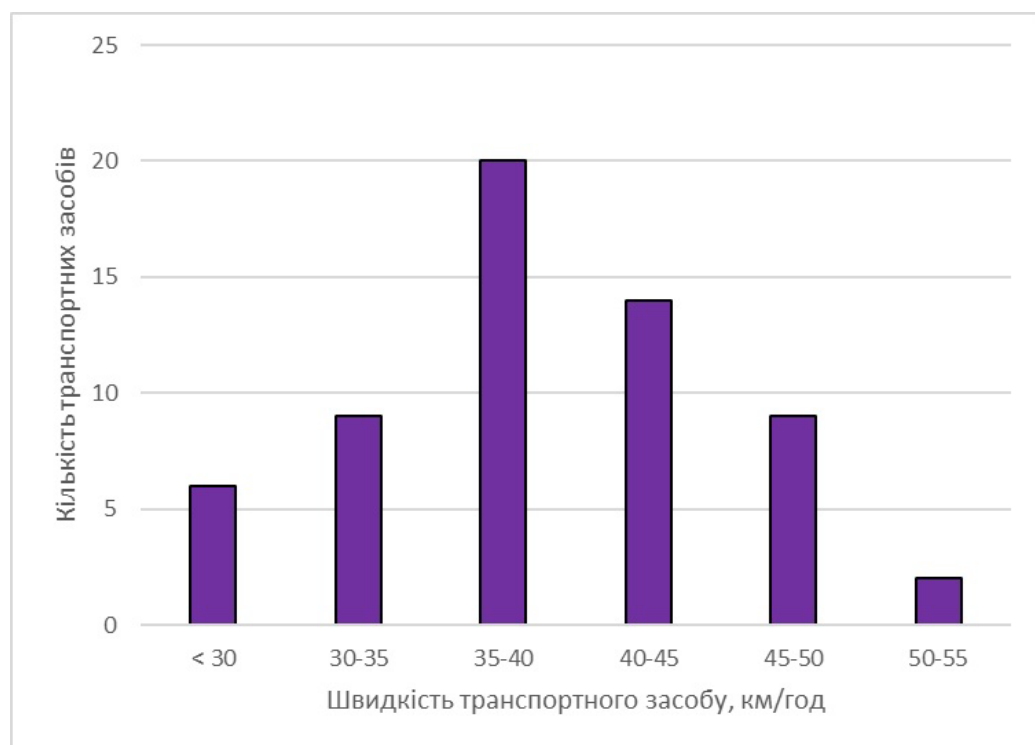


Рисунок 1.25 - Швидкості руху автомобілів по вулиці Калнишевського

Середня швидкість руху автомобілів по вулиці Калнишевського:

$$\bar{V} = \frac{2260}{60} = 37,67 \text{ км/год.}$$

Нижчі швидкості руху спостерігаються на підході до перехрестя з боку Нікопольського шосе та вулиці Калнишевського. Це обумовлено траєкторією подальшого руху – практично всі автомобільні транспортні засоби повертають на перехресті праворуч чи ліворуч. Через це автомобілі під'їжджають до перехрестя із дещо меншими швидкостями у порівнянні з двома іншими підходами до перехрестя. Також слід відмітити високі швидкості руху Хортицьким шосе, частка з яких є порушенням вимог Правил дорожнього руху України.

1.5 Дослідження організації пішохідного руху в межах перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе

Пішохідний рух – найбільш розповсюджений вид пересування людей територією населеного пункту. Організація цього руху є багатоплановою задачею, але основні вимоги – це зручність та безпека пішохідного руху.

Пішохідні потоки підкорюються визначеним залежностям і характеризуються розподілом у часі, залежністю між щільністю пішохідного потоку і його швидкістю, способом організації пішохідного руху.

В межах перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе наявні тротуари достатньої ширини для руху пішоходів повздовж проїжджої частини Хортицького шосе з боку житлової забудови, пішохідні доріжки для руху повздовж Хортицького шосе з іншого боку та пішохідні переходи для перетину проїжджої частини Нікопольського шосе та вулиці Калнишевського. Пішохідні переходи на перехресті мають світлофорне регулювання.

Потрібно відмітити поганий стан пішохідних доріжок (див. рис. 1.26) та відсутність пішохідного світлофору на одному боці пішохідного переходу вулиці Калнишевського. Усунення цих недоліків є обов'язковою умовою забезпечення безпеки пішохідного руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.



Рисунок 1.26 – Стан пішохідних доріжок в межах перехрестя

Під час спостереження були відмічені випадки переходу пішоходів через Хортицьке шосе, що не передбачено схемою організації руху на перехресті. Обсяги пішохідного руху є доволі незначними – 20-50 піш/год.

1.6 Розрахунок пропускних спроможностей перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе

Пропускна спроможність перехрестя характеризує можливу кількість транспортних потоків, яку перехрестя в змозі пропустити в нормальних умовах. Тому порівняння розрахункової пропускної спроможності із значеннями спостережених об'ємів руху може відповісти на питання про відповідність пропускної спроможності перехрестя наявним транспортним потокам та про певний рівень її запасу в разі перерозподілу транспортних потоків вулично-дорожньою мережею.

Принцип визначення пропускної спроможності залежить від виду організації руху на перехресті. Якщо перехрестя має світлофорне регулювання, як у випадку з перехрестям Хортицького та Нікопольського шосе, то розраховується пропускна спроможність окремо для кожної смуги руху [4]:

$$N_n = \frac{3600(t_3 - t_a)}{t_{II} T_{II}} \quad (1.4)$$

де t_3 – довжина дозволяючого сигналу світлофора (час горіння зеленого світла), с;

T_{II} – довжина циклу регулювання світлофорів на перехресті, с;

t_a – час, що проходить від моменту включення дозволяючого сигналу світлофора до моменту, коли перший автомобіль в черзі перетинає «Стоп» лінію, с;

t_n – величина середнього інтервалу між автомобілями в транспортному потоці, с.

На основі напрямків руху (див. рис. 1.17) пропускні спроможності перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе складають:

Для напрямку 1: $N_n = \frac{3600(14-1)}{3 \cdot 54} = 288$ авт/год.;

Для напрямку 2: $N_n = \frac{3600(24-1)}{3 \cdot 54} = 511$ авт/год.;

Для напрямку 3: $N_n = \frac{3600(7-1)}{3 \cdot 54} = 133$ авт/год.;

Для напрямку 4: $N_n = \frac{3600(12-1)}{3 \cdot 54} = 244$ авт/год.

Щоб зробити аналіз відповідності пропускної спроможності перехрестя із наявними обсягами руху, потрібно їх порівняти, що зроблено в таблицях 1.9-1.11 по кожному часовому проміжку дослідження.

Таблиця 1.9 – Аналіз відповідності пропускної спроможності ранковим об'ємам руху

Номер напрямку руху	Номер смуги руху	Значення пропускної спроможності, авт/год	Значення приведеної інтенсивності, од/год	Аналіз
1	1	288	370	не відповідає
1	2	288	272	відповідає
2	1	511	412	відповідає
2	2	511	261	відповідає
3	1	133	37	відповідає
3	2	133	63	відповідає
4	1	244	194	відповідає

Таблиця 1.10 – Аналіз відповідності пропускної спроможності денним об'ємам руху

Номер напрямку руху	Номер смуги руху	Значення пропускної спроможності, авт/год	Значення приведеної інтенсивності, од/год	Аналіз
1	1	288	201	відповідає
1	2	288	113	відповідає
2	1	511	218	відповідає
2	2	511	90	відповідає
3	1	133	17	відповідає
3	2	133	24	відповідає
4	1	244	115	відповідає

Таблиця 1.11 – Аналіз відповідності пропускної спроможності вечірнім об'ємам руху

Номер напрямку руху	Номер смуги руху	Значення пропускної спроможності, авт/год	Значення приведеної інтенсивності, од/год	Аналіз
1	1	288	367	не відповідає
1	2	288	269	відповідає
2	1	511	363	відповідає
2	2	511	251	відповідає
3	1	133	19	відповідає
3	2	133	21	відповідає
4	1	244	92	відповідає

Порівняння об'ємів руху із пропускною спроможністю перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе дозволяє стверджувати, що на перехресті є проблеми із чергами автомобільного транспорту і пропускної спроможності

перехрестя не достатньо для пропуску транспортних потоків на протязі пікових періодів. Візуальні спостереження також підтвердили наявність невеликих черг з боку вулиці Абрагама Коопа.

1.7 Формулювання завдань для вирішення в магістерській роботі

При дослідженні перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе, зборі матеріалу щодо основних характеристик транспортних та пішохідних потоків, спостереженні за існуючою системою організації дорожнього руху на перехресті, аналізі дорожньо-транспортних пригод був виявлений ряд недоліків, які можуть мати вплив на рівень безпеки дорожнього руху в цілому на перехресті.

До таких недоліків слід віднести:

- певну нестачу пропускнуої спроможності на підході вулицею Абрагама Коопа;
- повну відсутність дорожньої розмітки;
- невідповідність де-яких дорожніх знаків новим Правилам дорожнього руху України 2024;
- невідповідний стан пішохідних доріжок;
- відсутність одного пішохідного світлофору на пішохідному переході через вулицю Калнишевського;
- наявність руху пішоходів через Хортицьке шосе, що не передбачено схемою організації дорожнього руху;
- порушення вимог обмеження максимальної швидкості руху часткою транспортних засобів, що рухаються Хортицьким шосе до перехрестя;
- наявність значних коливань обсягів руху автомобільних транспортних потоків на протязі доби і неврахування цих коливань в світлофорних режимах управління рухом на перехресті.

В магістерській роботі запропоновано заходи для усунення зазначених вище недоліків.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Шляхи усунення недоліків організації руху автомобільного транспорту на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

Під час досліджень умов руху автомобільних транспортних потоків та пішоходів на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе були виявлені суттєві недоліки, які зазначені в п. 1.7. Вони значно впливають на рівень безпеки руху на перехресті. Крім того були виявлені невідповідності існуючих режимів роботи світлофорів добовим коливанням обсягів руху транспорту, що призводить до невиправданих затримок транспортних потоків на перехресті.

В рамках магістерської роботи для підвищення загального рівня безпеки руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе пропонується розглянути виконання кількох заходів:

- а) підвищення безпеки пішохідного руху;
 - приведення до нормального стану пішохідних доріжок;
 - встановлення недостатнього пішохідного світлофору;
 - запобігання можливості переходу Хортицького шосе пішоходами;
- б) розгляд доцільності встановлення певного рівня обмеження швидкості руху транспорту Хортицьким шосе;
- в) усунення недоліків у використанні дорожніх знаків;
- г) використання дорожньої розмітки.

Для врахування добових коливань транспортних потоків та вирішення проблеми нестачі пропускнуєї спроможності перехрестя пропонується розрахувати три програми роботи світлофорів, щоб їх режими відповідали наявним обсягам руху вранці, вдень та ввечері.

Ці заходи призведуть до певних змін в загальній схемі організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

2.2 Удосконалення складових організації дорожнього руху

2.2.1 Підвищення безпеки пішохідного руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

2.2.1.1 Організація безпечного руху пішоходів пішохідними доріжками

При дослідженні умов руху пішоходів в межах перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе були виявлені суттєві недоліки технічного стану пішохідних доріжок.

Пішохідні доріжки проходять повздовж Хортицького шосе з протилежного від житлової забудови боку та повздовж вулиці Абрагама Коопа з боку житлової забудови. Подекуди вони представляють собою звичайну стежку, яку проторили самі пішоходи, а подекуди мають місце залишки твердого покриття (див. рис. 1.26).

Необхідне повне поновлення пішохідних доріжок. Враховуючи дуже незначний обсяг пішохідного руху на перехресті виконувати розрахунки достатньої ширини пішохідних доріжок не має сенсу. Зразу можна прийняти найменші можливі значення.

Так, ширина пішохідної доріжки для руху пішоходів згідно вимог п. 12.2.3 [5] повинна бути кратною 0,75 м й не може бути меншою за 1 м. Тобто ширина пішохідних доріжок складе 1,5 м.

Загальну площу робіт з поновлення твердого покриття пішохідних доріжок можливо розрахувати наступним чином, м²:

$$S_{\text{пд}} = L_{\text{пд}} \cdot B_{\text{пд}}, \quad (2.1)$$

де $L_{\text{пд}}$ – довжина пішохідних доріжок, м;

$B_{\text{пд}}$ – ширина пішохідних доріжок, м.

Поновлення пішохідних елементів зазвичай виконується на протязі всієї дороги чи вулиці. Але в магістерській роботі мова йде виключно про перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе. Тому приймемо необхідну довжину пішохідних доріжок повздовж Хортицького шосе в межах означеного вище перехрестя – 60 м.

$$S_{\text{пд}} = 60 \cdot 1,5 = 90 \text{ м}^2.$$

2.2.1.2 Встановлення недостатнього пішохідного світлофору

Пішохідні світлофори (див. рис. 2.1) використовуються для регулювання руху пішоходів на регульованих пішохідних переходах, дозволяючи чи забороняючи рух через проїжджу частину на переході, біля якого вони встановлені.



Рисунок 2.1 – Пішохідний світлофор

Використання й встановлення пішохідних світлофорів, як і транспортних, виконується у відповідності до вимог чинного стандарту [2].

На перехресті Хортицького та Нікопольського шосе на підході по вулиці Калнишевського на регульованому пішохідному переході просто відсутній один з пішохідних світлофорів. Тому необхідно його встановити й врахувати

в новій схемі організації руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе, що можна побачити на рисунку 2.9.

2.2.1.3 Запобігання можливості переходу Хортицького шосе пішоходами

Найпростішим способом запобігти руху пішоходів через проїжджу частину там, де це не передбачено схемою організації дорожнього руху, бачиться використання спеціальної пішохідної огорожі. Така огорожа фізично унеможливорює вихід пішоходу на проїжджу частину, тим самим вирішуючи безпекові питання руху пішоходів.

Пішохідні огорожі бувають різного типу і їх використання на вулицях і дорогах регламентоване вимогами, зазначеними в [6].

Пішохідні огороження відносяться до другої групи дорожніх огорожень. Це конструкції перильного типу, сітки, конструкції поручневого типу, основне призначення яких упорядковувати рух пішоходів (підгрупа С1) та запобігати їхньому виходу на проїжджу частину (підгрупа С2) [6].

Приклади пішохідних огорожень підгрупи С2, які пропонується використати в районі перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе наведені на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Приклади пішохідної огорожі підгрупи С2

Встановлення пішохідної огорожі планується повздовж Хортицького шосе з обох боків проїжджої частини, де спостерігаються порушення правил

переходу проїжджої частини пішоходами. Загальна довжина пішохідної огорожі, яку потрібно встановити, складає 60 м. Схему встановлення пішохідної огорожі можна побачити на новій схемі організації руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе, яка наведена на рисунку 2.9.

2.2.2 Розгляд доцільності встановлення певного рівня обмеження швидкості руху транспорту Хортицьким шосе

Дослідження швидкостей руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе виявили наявність частки транспортного потоку, яка порушує вимоги Правил дорожнього руху й рухається Хортицьким шосе із швидкістю вищою за 50 км/год, хоча перехрестя фактично знаходиться на території міста Запоріжжя.

Аналіз ДТП підтвердив наявність на перехресті дорожньо-транспортних пригод, причиною яких стало саме перевищення швидкості руху певними автомобілями. Тому слід розглянути можливість обмеження верхньої межі швидкості певним чином.

Застосування на перехресті спеціальних споруд чи заходів, які примушують водіїв значно знижувати швидкість руху (лежачі поліцейські, звуження проїжджої частини, реалізація проїзду через перехрестя не за прямою траєкторією руху) бачиться недоцільним. Хортицьке шосе має значний об'єм руху транспорту й знижувати його пропускну спроможність було б недоцільно.

Можливо застосування заборонного дорожнього знаку з вказівкою дозволеної швидкості руху. Але на перехресті вже діє обмеження руху в 50 км/год, як на всій території будь-якого населеного пункту України. Нижчий поріг у 40 км/год встановлювати також недоцільно, бо він є меншим, ніж розрахункова швидкість руху потоку, яка використовується при розрахунках режимів роботи світлофорних об'єктів. Тому зниження швидкості руху транспортного потоку до 40 км/год також призведе до зниження пропускну здатності

перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе, що, як вже позначалося вище, є небажаним.

Необхідний захід, на який водії просто звернуть увагу й будуть більш відповідально відноситися до загальної безпеки руху. Таким заходом бачиться використання дорожнього знаку 1.41 (див. рис. 2.3) з табличкою 7.21.1 (див. рис. 2.4).



Рисунок 2.3 - Дорожній знак 1.41 «Місце (ділянка) концентрації ДТП»



Рисунок 2.4 - Дорожній знак 7.21.1 «Вид небезпеки»

Встановивши означені вище дорожні знаки за 30 м до перехрестя, водіїв автомобілів буде попереджено про наявність потенційної небезпеки зіткнення. Це повинно призвести до більшої їх зібраності й змусить відповідальніше ставитися до вимог Правил дорожнього руху, в тому числі й при виборі швидкісних режимів.

2.2.3 Використання дорожніх знаків для управління рухом на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

Дорожні знаки є основним й найрозповсюдженішим засобом управління дорожнім рухом. Дорожні знаки, які використовуються в Україні, відповідають вимогам міжнародної Конвенції «Про дорожні знаки та сигнали», підписаної в рамках Організації Об'єднаних Націй.

Дорожні знаки поділяються на сім основних груп й несуть різного роду інформацію від вказівної, попереджувальної і заборонної до інформації про розташування об'єктів на мережі вулиць і доріг, наявність особливих умов руху, тощо.

Дорожні знаки використовуються згідно вимогам, зазначеним в [1].

В пункті 2.2.2 описана необхідність використання додаткових дорожніх знаків. Крім цього на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе наявні чотири дорожні таблички 5.62 (за класифікацією дорожніх знаків у відповідності до Правил дорожнього руху України редакції 2021 року). Їх можна побачити на рисунках 1.4-1.7. Цих табличок в редакції Правил дорожнього руху України 2024 року вже немає [7]. Їх потрібно замінити на дорожні таблички 5.69 «Місце зупинки» (див. рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Дорожня табличка 5.69 «Місце зупинки»

Дорожня табличка 5.69 «Місце зупинки» позначає фактичне місце, де повинні зупинитися транспортні засоби при горінні забороняючого рух сигналу світлофора.

Крім того, для врахування наявності фактично трьох смуг руху на підході Нікопольським шосе і з метою підвищення безпеки руху пропонується розподілити рух по цих смугах наступним чином – дві смуги до перехрестя, одна – від перехрестя. Організацію цього розподілу буде виконано дорожньою розміткою й додатковими двома дорожніми знаками 5.16 «Напрямки руху по смугах» (див. рис. 2.6) та 5.17.2 «Напрямок руху по смугах» (див. рис. 2.7).

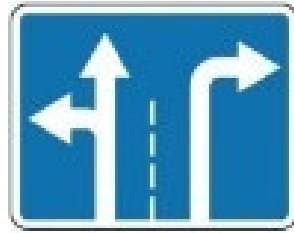


Рисунок 2.6 - Дорожній знак 5.16 «Напрямки руху по смугах»



Рисунок 2.7 - Дорожній знак 5.17.2 «Напрямок руху по смугах»

Дорожній знак 5.16 «Напрямки руху по смугах» буде встановлений на підході до перехрестя й зазначатиме напрямки можливого подальшого руху транспортних потоків на перехресті відповідно для кожної смуги на підході. Дорожній знак 5.17.2 «Напрямок руху по смугах» буде встановлений на виході з перехрестя для протилежного транспортного потоку, щоб водії мали уявлення про розподіл руху по смугах Нікопольським шосе.

В таблиці 2.1 приведена відомість дорожніх знаків, які потрібно демонтувати та встановити на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

Таблиця 2.1 – Дорожні знаки, які потрібно демонтувати та встановити

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість
Демонтування			
5.62*	Місце зупинки		4
Встановлення			
1.41	Місце (ділянка) концентрації ДТП		2
5.16	Напрямки руху по смугах		1
5.17.2	Напрямок руху по смугах		1
5.69	Місце зупинки		4
7.21.1	Вид небезпеки		2

* - № знаку та вигляд відповідає вимогам Правил дорожнього руху України редакції 2021 року

Використання дорожніх знаків можливо побачити на новій схемі організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе, яка наведена на рисунку 2.9.

2.2.4 Використання дорожньої розмітки для управління рухом на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

Дорожня розмітка є дуже дієвим засобом управління дорожнім рухом. Вона допомагає водіям правильно розташовувати автомобільні транспортні засоби на проїжджій частині, значно полегшує орієнтування в складних обставинах, допомагає у виконанні маневрів, тощо.

Використання дорожньої розмітки регламентується відповідно до вимог, зазначених в [8].

В таблиці 2.2 наведена відомість дорожньої розмітки, яку потрібно нанести на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

Таблиця 2.2 – Дорожня розмітка, яку потрібно нанести

№ розмітки	Вид розмітки	Кількість, м ²
1.1		8,5
1.3		4,8
1.5		3,0
1.6		2,0
1.12		35,2
1.14.1		32

Використання дорожньої розмітки можливо побачити на новій схемі організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе, яка наведена на рисунку 2.9.

2.3 Удосконалення роботи світлофорного об'єкту на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

2.3.1 Організація світлофорного регулювання в сучасних умовах

Загальна організація транспорту для відповідних служб дорожнього руху – це інженерні й організаційні заходи, які виконуються на мережі вулиць і доріг. Основна мета таких заходів забезпечити безпеку й оптимальну швидкість руху транспортних та пішохідних потоків. Фактичне управління процесом дорожнього руху є найважливішим елементом цієї системи. Саме перед управлінням постають конкретні завдання, які пов'язані з питаннями контролю за рухом, планування та координації.

По факту управління дорожнім рухом є певним впливом на потоки транспорту й пішоходів. Основною метою такого впливу стає досягнення більш якісної організації руху цих потоків. Регулювання ж в свою чергу є окремим різновидом управління. Основна мета регулювання руху – забезпечення певних параметрів цього руху через примушення учасників дорожнього руху до

визначених обов'язкових дій, рекомендацію певних дій та, відповідно, заборону таким чином, щоб забезпечити й безпеку й оптимальну швидкість [4].

Під час управління рухом транспорту та пішоходів широко задіяне різнопланове автоматичне обладнання, тобто має місце автоматизація управління. При цьому в самому управлінні людина безпосередньої участі не приймає, а певні дії виконуються з використанням заздалегідь розроблених програм. Є таке поняття як контур автоматичного управління. Він на практиці буває розімкненим й замкненим [3].

У випадку, коли контур розімкнений, управління засобами регулювання є доволі простим й виконується за єдиною заздалегідь визначеною програмою. Це називається жорстким програмним управлінням [3].

У випадку, коли контур замкнутий, ситуація дещо складніша. При цьому має місце обов'язковий зворотний зв'язок між об'єктом, яким управляють, і засобами, які ці управління забезпечують. Другими словами, потрібно в оперативному режимі отримувати інформацію про стан транспортних та пішохідних потоків. Це виконується спеціальними пристроями – детекторами. Зібрана інформація від детекторів потрапляє до автоматичних пристроїв, які за певними алгоритмами обирають відповідні існуючим умовам режими регулювання руху. Такий підхід забезпечує так зване адаптивне або гнучке управління [3].

На перехресті Хортицького та Нікопольського шосе реалізований принцип жорсткого програмного управління з використанням однієї програми. Після 22:00 й до 6:00 ранку світлофори на перехресті працюють в режимі постійного жовтого миготіння. Це не є регулюванням по суті й робиться задля позначення перехрестя в години, коли об'єми руху на ньому значно зменшуються.

На перехресті Хортицького та Нікопольського шосе регулювання реалізоване із використанням транспортних та пішохідних світлофорів, що складають один світлофорний об'єкт. В циклі регулювання передбачена передача можливості для руху за різними напрямками, для чого використовується певна кількість тактів регулювання [3].

Розрізняють основні та проміжні такти. Під час дії основного такту дозволено рух транспорту й пішоходів за певними напрямками. В цей же час рух є заборонений для транспорту й пішоходів на всіх конфліктних напрямках. Зрозуміло, що основних тактів мінімум два. Проміжні такти розташовуються між основними і в цей час весь рух заборонено. Це дозволяє забезпечити безпечні умови на перехресті при зміні один одним основних тактів [3].

Парні сукупності основного та проміжного тактів складаються в фази регулювання, про які вже йшла мова в п. 1.2. Робота світлофорного об'єкту фактично представляє собою постійне повторення всіх фаз регулювання, які складають цикл регулювання [3].

Будь-яка програма світлофорного регулювання розрахована на певні значення об'ємів руху на відповідних напрямках перехрестя. При зміні цих об'ємів в бік збільшення автомобільні транспортні засоби елементарно не встигають проїхати перехрестя на зелений сигнал світлофора, починають утворюватися черги та, відповідно, збільшуються затримки транспорту. Все це значно погіршує умови безпеки на перехресті й, в решті решт, призводить до певних економічних втрат. При зміні об'ємів руху в бік зменшення буде мати місце неефективне використання часу основних тактів. Режими регулювання за таких умов стають неоптимальними і це знову призводить до певних економічних втрат. Ці вади супроводжують жорстке програмне управління, бо воно не в змозі реагувати на зміни об'ємів руху транспорту.

На практиці зазвичай розглядають два способи виправлення зазначених вище вад. В першому способі передбачається розробка та використання додаткових програм регулювання, кожна з яких призначена для певних умов і співвідношень об'ємів руху на різних напрямках. Найрозповсюдженішим заходом є розробка таких програм для різних відрізків доби. Для цього ретельно вивчаються та порівнюються об'єми руху, їх зміни на протязі доби. Під них розраховується де-кілька нових програм регулювання, які вже більше будуть відповідати наявним умовам [3].

Звісно, при такому підході неможливо зробити так, щоб режими регулювання руху на перехресті завжди були оптимальними. Але практика використання такого підходу показує, що, якщо фактична довжина циклу відрізняється від оптимальної довжини не більше ніж на 25 %, це не має суттєвого впливу на зростання загальних затримок транспортних потоків на перехресті [3].

В другому способі передбачається реалізація адаптивного регулювання. Адаптивне регулювання ґрунтується на принципі постійного в реальному часі отримання даних про об'єми руху на перехресті. На основі цих даних виконується корегування параметрів роботи світлофорного регулювання, отримуючи можливість постійно підтримувати параметри цього регулювання близькими до оптимальних.

Цей підхід є більш досконалим, але при цьому він також є доволі складним, а відповідно й дорожчим. Останнє відбувається через необхідність використання спеціальних приладів для збору інформації про об'єми руху за напрямками в режимі реального часу, спеціального програмного забезпечення для виконання оперативних розрахунків, тощо.

Якщо говорити про перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе, проведені дослідження показали певну невідповідність пропускнуєї спроможності перехрестя з напрямку вулиці Абрагама Коопа, що може бути відкореговано режимами регулювання світлофорів простим додаванням часу для руху транспортних потоків певних напрямків. Крім того, на протязі доби на перехресті спостерігаються суттєві коливання об'ємів руху автомобільних транспортних засобів на певних напрямках. Так, об'єми руху Хортицьким шосе й вулицею Абрагама Коопа в ранкові та вечірні години в принципі співставні. Але в міжпікові години вони стають значно меншими.

Для врахування цих коливань в режимах регулювання руху на перехресті пропонується використовувати дві програми регулювання, а саме в наступні години 6:00-10:00 (І програма), 10:00-15:00 (ІІ програма), 15:00-19:00 (І програма), 19:00-22:00 (ІІ програма). ІІ програма є міжпіковою.

При цьому немає сенсу змінювати схему пофазового роз'їзду. Вона є простою, повністю відповідає наявним об'ємам руху, до неї звикли учасники дорожнього руху.

2.3.2 Розрахунок режимів світлофорного регулювання на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

Для врахування добових коливань об'ємів руху на перехресті необхідно провести стандартні розрахунки параметрів світлофорного регулювання й отримати три програми, які дозволять реалізувати перший спосіб усунення вад жорсткого програмного управління.

Основою для розрахунків параметрів роботи світлофорів на перехресті є матриця конфліктів, в якій для кожного напрямку руху на перехресті позначається відстань від місця початку проїзду перехрестя (місце розташування розмітки 1.12 («Стоп-лінія»)) до найдалшої конфліктної точки [3].

Цю відстань можливо розрахувати наступним чином [3]:

$$B_{ij} = B_{\text{стоп-світ}} + B_{\text{світ-пч}} + B_{\text{траєктор}}, \quad (2.4)$$

де $B_{\text{стоп-світ}}$ – відстань від місця початку проїзду перехрестя (місце розташування розмітки 1.12 («Стоп-лінія»)) до місця розташування світлофору;

$B_{\text{світ-пч}}$ – відстань від місця розташування світлофора до початку перехрестя (умовний переріз на рівні узбіччя);

$B_{траектор}$ – відстань за траєкторією руху автомобільного транспортного засобу по перехрестю, м.

В таблиці 2.3 наведена розрахована матриця конфліктів перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе.

Таблиця 2.3 - Матриця конфліктів

Напрямок руху	1	2	3	4
1	-	0	14 м	-20,4 м
2	0	-	-20,4 м	14 м
3	23 м	23 м	-	0
4	23 м	23 м	0	-

Значення перехідних інтервалів, беручи за основу дані табл. 2.3, можливо розрахувати наступним чином [3]:

$$t_{\partial_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k} \quad (2.5)$$

де t_p – час сприймання водієм зміни сигналу світлофору на зелений, с;

V_k – швидкість при якій пропускна спроможність ділянки дороги є максимальною, м/с;

a^k – середнє значення уповільнення автомобілів перед перехрестям, м/с²;

B_i – відстань за траєкторією руху по перехрестю, м;

l_a – значення середньої довжини автомобільних транспортних засобів у потоці, м.

Значення фазового коефіцієнту можливо отримати наступним чином [3]:

$$y_j^i = \frac{N_j^i}{M_j}, \quad (2.6)$$

де N_j^i – для j -го напрямку транспортного потоку значення приведеної інтенсивності, од./год.;

M_j – для потік j -го напрямку транспортного потоку значення насичення автомобільними транспортними засобами, од./год.

Суму фазових коефіцієнтів можливо отримати наступним чином [3]:

$$Y = \sum y_{\max}^i. \quad (2.7)$$

Після цього потрібно розрахувати тривалість циклу регулювання [3]:

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

де L_k – втрачений час, розраховується наступним чином [3]:

$$L_k = \sum_{j=1}^m (t_{\partial j} - 1). \quad (2.9)$$

Відповідно отримуємо розміри основних тактів [3]:

$$\bar{t}_3^m = \frac{\bar{y}^m}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1, \quad (2.10)$$

де $\bar{y}^m$ – значення фазового коефіцієнту діючої фази.

Розрахунок коригуючих коефіцієнтів [3]:

$$k_1 = \frac{\frac{B}{V_n} + 5 - t_q^i}{t_3^i}, \quad (2.11)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i}, \quad (2.12)$$

де B – значення довжини пішохідного переходу, м;
 V_n – значення середньої швидкості руху в пішохідному потоці на переході, м/с.

Сам розрахунок для збільшення швидкості та уникнення випадкових помилок було виконано на комп'ютері з використанням спеціального програмного продукту.

Комп'ютерна програма потребує підготовки певних вихідних даних для розрахунку, до яких входять: матриця конфліктів; геометричні розміри перехрестя, об'єми руху всіх напрямків, тощо.

Враховуючи явні відмінності об'ємів руху за напрямками вранці, вдень і ввечері, загальні розрахунки виконані для трьох програм і наведені в таблицях 2.4, 2.5.

Таблиця 2.4 – Параметри режимів регулювання за програмою I

Такти	Фази	Час, с
проміжний	1 – 2	19
	2 – 1	14
основний	1	40
	2	7
Разом		80

Таблиця 2.5 - Параметри режимів регулювання за програмою II

Такти	Фази	Час, с
проміжний	1 – 2	18
	2 – 1	13
основний	1	14
	2	7
Разом		46

Дані таблиці 2.5 практично співпадають із існуючою циклограмою регулювання перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе (див. рис. 1.9). Тому її можна використати у якості програми II. Для програми I була складена нова циклограма, яка наведена на рисунку 2.8.

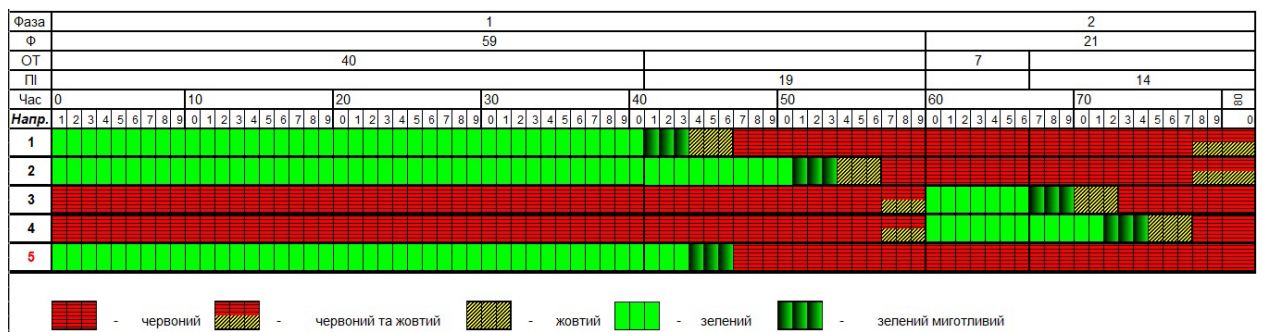


Рисунок 2.8 - Циклограма роботи світлофорів за програмою I

2.4 Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе

Для того, щоб в населених пунктах транспортна система функціонувала ефективно конче потрібна якісна організація дорожнього руху. Особливо це стосується населених пунктів із великою кількістю мешканців. В таких містах присутні дуже значні за об'ємами транспортні та пішохідні потоки. Тому й задачі організації руху в таких містах є значно об'ємнішими та складнішими.

Організація дорожнього руху в будь-якому місті буде вважатися якісною тільки за умови наявності наступних складових [4]:

- наявність комплексного підходу до питань планування та впровадження тих чи інших методів дорожнього руху, які повинні враховувати особливості наявної транспортної системи, такі як різні види транспорту, різні категорії учасників дорожнього руху, тощо;
- наявність ретельного аналізу, бо для ефективної організації дорожнього руху глибокий аналіз всіляких даних та чисельні натурні обстеження конче необхідні, тому що за їх допомогою можливе врахування місцевих особливостей руху;
- наявність якісного управління транспортними потоками, завдяки якому на мережі вулиць і доріг можливо уникати заторів, виконувати оптимізацію транспортних потоків, тощо;
- наявність відповідного рівня безпеки й комфорту пішохідного руху, який забезпечується за допомогою наявності правильно обладнаних пішохідних переходів, тротуарів та іншої пішохідної інфраструктури;
- наявність розвинутої мережі громадського транспорту із централізованим стимулюванням його використання з метою зменшення об'ємів загального транспортного руху та забезпечення більш ефективного використання мережі вулиць і доріг;
- наявність обладнаних та відповідних за обсягом стоянок для автомобільних транспортних засобів, що значно зменшує вірогідність виникнення заторів та забезпечує зручність для автомобільного транспорту.

В принципі без якісної організації дорожнього руху неможливим є забезпечення транспортного процесу так, щоб він був ефективним та безпечним. Для цього дуже важливою складовою стає оптимальна схема організації доро-

жнього руху, якість якої напряду визначає показники фактичної роботи транспорту на мережі вулиць і доріг, наявність транспортних заторів, загальний рівень безпеки руху та його умови.

Під поняттям схеми організації дорожнього руху слід розуміти детальне планування мережі вулиць і доріг з позначення всіх елементів, які задіяні для організації транспортного та пішохідного руху. Це і дорожні знаки різного призначення, і дорожня розмітка, а також транспортні та пішохідні й інші технічні засоби організації руху [4].

Схема організації дорожнього руху повинна враховувати всі місцеві особливості та вимоги безпеки. Саме схема встановлює правила й порядок дорожнього руху всіх його учасників. І чим якісніша схема, тим менше на мережі вулиць та доріг транспортних заторів, нижчий ризик виникнення ДТП, ліпші умови руху.

На рисунку 2.9 представлена нова удосконалена схема організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

Запропоновані в новій схемі зміни повинні підвищити загальний рівень безпеки дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

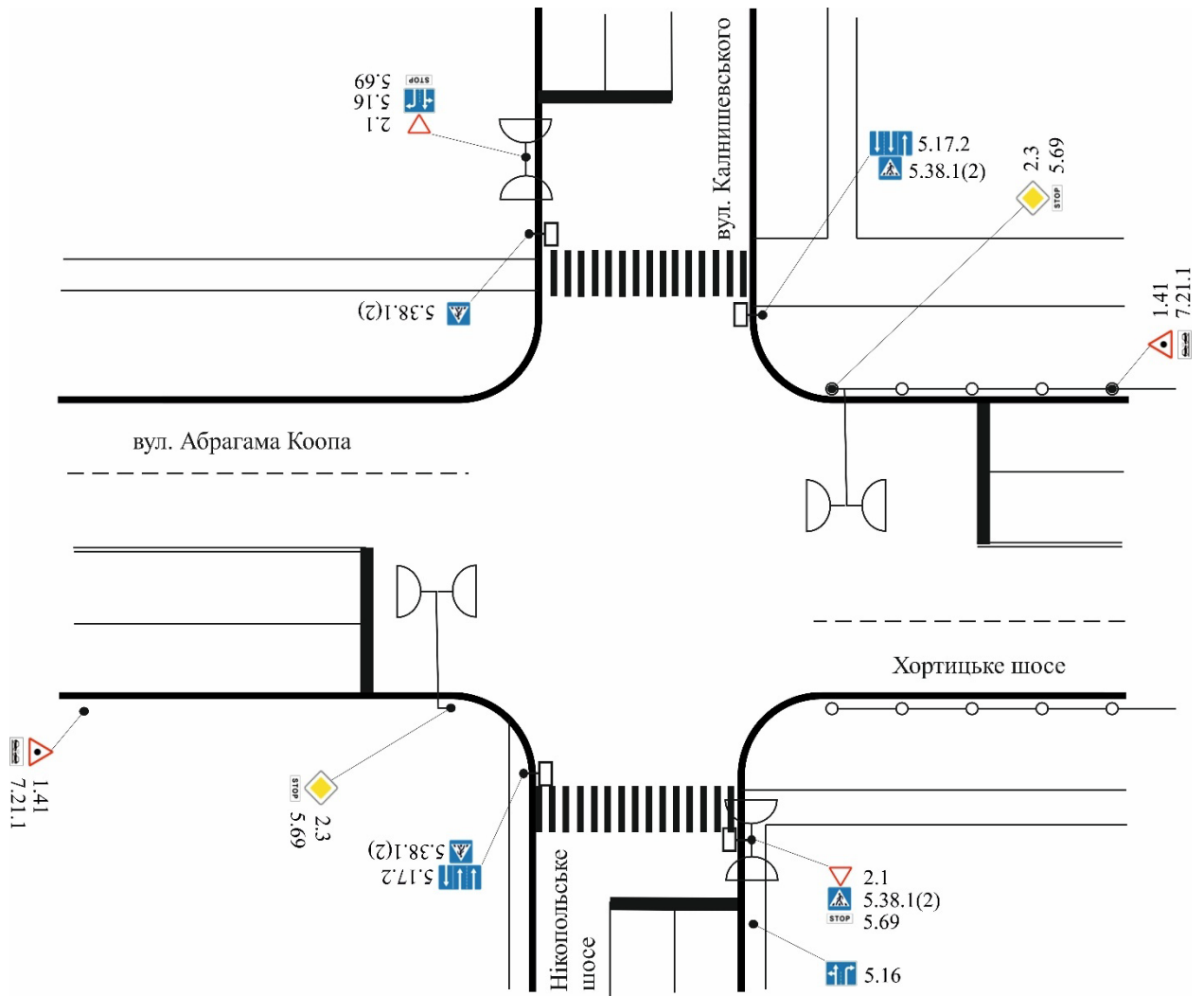


Рисунок 2.9 – Оновлена схема організації дорожнього руху на перехресті
Хортицького та Нікопольського шосе

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

З метою підвищення загального рівня безпеки руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе та з метою певного зменшення затримок транспорту на ньому в магістерській роботі пропонується виконання ряду заходів, для реалізації яких потрібні фінансові витрати:

- реконструкція пішохідних доріжок повздовж Хортицького шосе;
- встановлення недостатнього пішохідного світлофору на одному з пішохідних переходів;
- встановлення пішохідної огорожі для запобігання можливості переходу пішоходами проїжджої частини Хортицького шосе;
- встановлення додаткових й заміна кількох існуючих дорожніх знаків;
- нанесення відповідної дорожньої розмітки;
- встановлення нового контролеру для керування світлофорним об'єктом для реалізації 2-х програмного управління.

Розмір коштів, які потрібні для реалізації зазначених вище заходів можливо розрахувати наступним чином, грн.:

$$K = K_{nd} + K_{oz} + K_{cv} + K_{zn} + K_{\text{конт}} , \quad (3.1)$$

де K_{nd} – розмір коштів для реконструкції пішохідних доріжок, грн.;
 K_{oz} – розмір коштів для встановлення пішохідної огорожі на підході по Хортицькому шосе, грн.;
 K_{cv} – розмір коштів для встановлення пішохідного світлофору, грн.;
 K_{zn} – розмір коштів для придбання кількох дорожніх знаків й виконання робіт зі встановлення цих знаків, грн;

$K_{\text{конт}}$ – розмір коштів для придбання та встановлення нового дорожнього контролеру, грн.

Кошти для реконструкції пішохідних доріжок можливо визначити наступним чином, грн:

$$K_{nd} = S_{nd} \cdot C_n, \quad (3.2)$$

де S_{nd} – необхідна площа реконструкції пішохідних доріжок, м². (згідно даних п. 2.2.1.1 $S_{nd} = 90$ м².);

C_n – кошти на реконструкцію 1 м² твердого покриття, грн.

$$K_{nd} = 90 \cdot 2256 = 203040 \text{ грн.}$$

Кошти для придбання та встановлення пішохідної огорожі типу С2 можливо визначити наступним чином, грн:

$$K_{oz} = L_{oz} \cdot C_{oz}, \quad (3.3)$$

де L_{oz} – необхідна довжина зони, де потрібно встановити пішохідну огорожу, м. (згідно даних п. 2.2.1.3 $L_{oz} = 60$ м.);

C_{pc} – кошти на придбання та встановлення одного погонного метру пішохідної огорожі, грн.

$$K_{oz} = 60 \cdot (1224 + 465) = 101340 \text{ грн.}$$

Кошти для придбання та встановлення пішохідного світлофору, грн:

$$K_{cv} = C_{cv} \cdot C_{вст}, \quad (3.4)$$

де $C_{св}$ – кошти на придбання пішохідного світлофору, грн.;
 $C_{вст}$ – кошти на встановлення та підключення пішохідного світлофору, грн.

$$K_{св} = 15876 + 1450 = 17326 \text{ грн.}$$

Кошти для придбання кількох дорожніх знаків й виконання робіт зі встановлення цих знаків можливо визначити наступним чином, грн:

$$K_{зн} = C_{зн} + C_{вст.зн} + C_{дем} \quad , \quad (3.5)$$

де $C_{зн}$ – кошти на придбання дорожніх знаків, грн.;
 $C_{вст.зн}$ – кошти на проведення робіт зі встановлення дорожніх знаків, грн.;
 $C_{дем}$ – кошти на проведення демонтажу дорожніх знаків, грн.

Відомість дорожніх знаків із вказівкою фінансових складових наведена в таблиці 3.1.

Кошти на проведення робіт зі встановлення дорожніх знаків можливо визначити наступним чином:

$$C_{вст.зн} = C_{1зн} \cdot N_{зн} \quad , \quad (3.6)$$

де $C_{1зн}$ – кошти на встановлення одиниці дорожнього знаку;
 $N_{зн}$ – кількість знаків певного типу.

$$C_{вст.зн} = 184 \cdot 10 = 1840 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 6948 + 1840 + 296 = 9084 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.1 – Відомість дорожніх знаків, з якими потрібно виконати певні роботи

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість	Ціна од-ного знаку	Вартість роботи
Демонтування					
5.62*	Місце зупинки		4	-	296
Встановлення					
1.41	Місце (ділянка) кон-центрації ДТП		2	696	1392
5.16	Напрямки руху по смугах		1	1680	1680
5.17.2	Напрямок руху по смугах		1	1680	1680
5.69	Місце зупинки		4	366	1464
7.21.1	Вид небезпеки		2	366	732
	Всього		10		6948

* - № знаку та вигляд відповідає вимогам Правил дорожнього руху України редакції 2021 року

Кошти для придбання та встановлення нового дорожнього контролеру можливо визначити наступним чином:

$$K_{\text{конт}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{вст}}, \quad (3.7)$$

де $C_{\text{пр}}$ – кошти на придбання дорожнього контролеру, грн.;

$C_{\text{вст}}$ – кошти на встановлення та підключення дорожнього контролеру, грн.

Дорожній контролер є багатопрограмним технічним пристроєм для забезпечення управління світлофорним об'єктом. Його вартість значно залежить

від його можливостей та робочих характеристик. На перехресті Хортицького та Нікопольського шосе планується використання двох жорстких програм регулювання з можливістю їх переключення у відповідності до часу доби. Для цього немає сенсу використовувати потужні прилади. Такі дії добре може виконувати простий дорожній контролер ДК-АТ, вартість якого становить 294300 грн.

$$K_{\text{конт}} = 294300 + 1660 = 295960 \text{ грн.}$$

Розмір коштів, які необхідні для реалізації всіх зазначених заходів:

$$K = 203040 + 101340 + 17326 + 9084 + 295960 = 626750 \text{ грн.}$$

Розмір коштів на експлуатацію засобів організації дорожнього руху можливо визначити наступним чином, грн. [3]:

$$C_{\text{експл}} = C_p + C_a + C_e, \quad (3.8)$$

де C_p – кошти на роботи з обслуговування та ремонту, грн.;

C_a – кошти на амортизаційні відрахування, грн.;

C_e – кошти на електричну енергію, спожиту пішохідним світлофором.

Кошти на роботи з обслуговування та ремонт можливо розрахувати наступним чином, грн. [3]:

$$C_p = \frac{K_b \cdot n_p}{100}, \quad (3.9)$$

де K_b – вартість пішохідної огорожі, пішохідного світлофору дорожніх знаків та дорожнього контролеру, грн.;

n_p – нормативне значення відрахувань, %.

$$C_p = \frac{423710 \cdot 5}{100} = 21186 \text{ грн.}$$

Кошти на амортизаційні відрахування можливо визначити наступним чином, грн. [3]:

$$C_a = \frac{K_6 \cdot n_a}{100}, \quad (3.10)$$

де n_a – нормативне значення відрахувань, %.

$$C_a = \frac{423710 \cdot 24}{100} = 101691 \text{ грн.}$$

Пішохідний світлофор працює постійно за виключенням періоду доби, коли весь світлофорний об'єкт переводиться в режим «жовтого миготіння» (з 22:00 до 06:00), тобто пішохідний світлофор працює 16 годин на добу. Якщо враховувати, що одна лампа має потужність 0,1 кВт, то за добу пішохідний світлофор споживає 1,6 кВт.

Враховуючи це кошти на електричну енергію для пішохідного світлофору можливо розрахувати наступним чином [3]:

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot K_e \cdot S_e \cdot P_e, \quad (3.11)$$

де K_e – коефіцієнт використання потужності;

S_e – кошти на 1 кВт електроенергії, грн.;

P_e – потужність пішохідного світлофору, кВт·год.

$$C_e = 365 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 8,25 \cdot 1,6 = 104069 \text{ грн.}$$

Розмір коштів на експлуатацію засобів організації дорожнього руху:

$$C_{\text{експл}} = 21186 + 101691 + 104069 = 226946 \text{ грн.}$$

До коштів, які складають поточні витрати, також потрібно віднести щорічне нанесення дорожньої розмітки. Відомість дорожньої розмітки із фінансовими складовими наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість дорожньої розмітки, яку потрібно наносити

№ розмітки	Вид розмітки	Кількість, м ²	Ціна 1 м ²	Вартість, грн
1.1		8,5	354	3009
1.3		4,8		1699
1.5		3,0		1062
1.6		2,0		708
1.12		35,2		12461
1.14.1		32		11328
Всього		85,5		30267

Розмір коштів, які складають поточні витрати:

$$C_{\text{поточ}} = 226946 + 30267 = 257213 \text{ грн.}$$

Запропоновані в магістерській роботі заходи повинні привести до підвищення рівня безпеки руху в наслідок зменшення кількості ДТП та до зменшення затримок автомобільних транспортних засобів на перехресті. Ці фактори призведуть до певної економії коштів, яку можливо визначити наступним чином, грн. [7]:

$$E = (C_{\text{тр}}^p - C_{\text{тр}}^{\text{нр}}) + \Delta C_{\text{дтп}} - C_{\text{ном}} \quad , \quad (3.12)$$

де C_{mp}^p, C_{mp}^{np} – гроші, які втрачені через затримки транспортних потоків до виконання заходів та після, грн.;

$\Delta C_{дтп}$ – розрахункові кошти від зменшення збитків у ДТП, грн.

Кошти, які втрачаються через затримки руху транспортних потоків можливо визначити наступним чином [3]:

$$C_{mp} = S \cdot Z, \quad (3.13)$$

де S – гроші від затримки одиниці певного автомобільного транспортного засобу на протязі 1 години, грн;

Z – затримки певних автомобільних транспортних засобів за рік, год.

В таблиці 3.3 наведені гроші, які втрачаються від затримок автомобільних транспортних засобів.

Таблиця 3.3 – Гроші, що втрачаються від затримок транспорту

№	Автомобільний транспортний засіб	Вартість 1 год. затримки, грн.
1	легковий	340
2	мікроавтобус	600
3	автобус	1380
4	вантажний	650

Значення затримок транспорту були розраховані при використанні спеціального програмного продукту в процесі розрахунків режимів роботи світлофорів і наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Затримки транспортних засобів за рік, год

До впровадження заходів	Після впровадження заходів
12054	11661

Склад транспортних потоків на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе зазначено на рис. 1.21.

Гроші, які втрачені через затримки транспортних потоків до виконання заходів:

$$C_{mp}^p = (0,71 \cdot 340 + 0,25 \cdot 650 + 0,03 \cdot 600 + 0,01 \cdot 1380) \cdot 12054 = 5251928 \text{ грн.}$$

Гроші, які будуть втрачені через затримки транспортних потоків після виконання заходів:

$$C_{mp}^p = (0,71 \cdot 340 + 0,25 \cdot 650 + 0,03 \cdot 600 + 0,01 \cdot 1380) \cdot 11661 = 5080698 \text{ грн.}$$

На перехресті Хортицького та Нікопольського шосе за останні три роки було скоєно 11 ДТП, в яких 1 людина загинула й 2 отримали поранення різної тяжкості. Гроші, які втрачаються від ДТП за рік можливо розрахувати наступним чином, грн. [3]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = \frac{K_z \cdot \Pi_z + K_p \cdot \Pi_p + K_m \cdot \Pi_m}{3}, \quad (3.14)$$

де K_z, K_p, K_m – кількість ДТП із загиблими, пораненими людьми та матеріальними збитками;

Π_z, Π_p, Π_m – гроші, які втрачаються від ДТП із різними наслідками, грн.

Гроші, які втрачаються від ДТП із різними наслідками:

- $C_3 = 500000$ грн;
- $C_{\Pi} = 250000$ грн;
- $C_M = 130000$ грн.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = \frac{500000 + 2 \cdot 250000 + 8 \cdot 130000}{3} = 680000 \text{ грн.}$$

В наслідок впливу заходів, що направлені на підвищення безпеки руху на перехресті, витрати від ДТП повинні знижуватись. Існує ряд коефіцієнтів зниження, наведених в [3]. В таблиці 3.5 наведені коефіцієнти зниження для обраних заходів.

Таблиця 3.5 – Коефіцієнти зниження витрат від ДТП [3]

Заходи для підвищення безпеки руху	Коефіцієнт
реконструкція пішохідних шляхів	0,11
встановлення пішохідного світлофору	0,4
встановлення пішохідної огорожі	0,35
встановлення дорожніх знаків	0,15
наведення дорожньої розмітки на перехресті	0,23

Підсумковий коригуючий коефіцієнт зниження витрат можливо визначити наступним чином, грн. [3]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1)(1 - k_2)(1 - k_3) \dots (1 - k_n), \quad (3.15)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,11)(1 - 0,4)(1 - 0,35)(1 - 0,15)(1 - 0,23) = 0,773.$$

Запозичені кошти від зменшення збитків у ДТП, грн. [3]:

$$\Delta C_{\text{дтп}} = \Delta k \cdot C_{\text{дтп}}^i. \quad (3.16)$$

$$\Delta C_{\text{дтп}} = 0,773 \cdot 680000 = 525640 \text{ грн.}$$

Очікувана економія коштів:

$$E = (5251928 - 5080698) + 525640 - 257213 = 439657 \text{ грн.}$$

Для реалізації заходів гроші планується запозичити в банку на умовах кредитування. Тож необхідно визначити очікуваний чистий дисконтований прибуток [3]:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.17)$$

де E_t – очікувана економія коштів у році t , грн.;

K_t – кошти, які запозичуються для реалізації заходів, грн.;

C_t – поточні експлуатаційні витрати, грн.;

i – дисконтована ставка при запозиченні коштів, %;

t – строк окупності запозичених коштів.

При розрахунках варто врахувати зменшення розміру економії кожного року на 5 відсотків з причин приросту інтенсивності руху на ту ж величину. Враховуючи ці умови, виконані розрахунки зведені в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок чистого дисконтованого прибутку

Рік t	Економія, грн	Запозичені кошти, грн	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований прибуток
0	439657	626750	1	-187093
1	417674	-	0,8065	336854
2	396790	-	0,6504	258072
3	376950	-	0,5245	197710
Всього				605544

В таблиці 3.7 надані всі основні економічні показники.

Таблиця 3.7 – Основні економічні показники

Показник	Значення	
	зараз	після заходів
1. Запозичені кошти для реалізації заходів, грн.	-	626750
2. Кошти, втрачені від ДТП, грн.	680000	154360
3. Економія втрати коштів від ДТП, грн.	-	525640
4. Кошти поточних витрат, грн.	-	257213
5. Загальна економія коштів за рік, грн.	-	439657
6. Чистий дисконтований прибуток, грн.	-	605544
7. Строк окупності запозичених коштів, років	-	2

Прийнятні дані економічних розрахунків підтверджують можливість виконання розроблених заходів для підвищення рівня безпеки руху автомобільних транспортних засобів та зменшення кількості їх затримок на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Під час виконання магістерської роботи з метою забезпечення якісного підходу до організації охорони праці дослідника були виділені й проаналізовані основні потенційні ризики. На основі аналізу цих ризиків запропоновано здійснення низки заходів, які направлені на підвищення загального рівня безпеки праці дослідника й дозволяють зменшити або усунути зовсім негативний вплив означених ризиків. Також в роботі наданий загальний аналіз окремому питанню цивільного захисту.

Сучасні реалії виконання магістерської роботи в умовах військового стану диктують певні особливості виконання процесу написання роботи, основний час якого займає безпосередня праця за комп'ютером. Саме тому в розділі охорони праці буде йти мова про забезпечення безпечної праці дослідника. В процесі використання комп'ютерної техніки для набору тексту, виконання розрахунків, аналізу літератури існує ряд потенційних ризиків, а саме:

- інтенсивна праця із порушенням режиму відпочинку може призводити до появи головного болю, втоми дослідника через нестачу сну чи розумове перевантаження;
- в разі використання несправної комп'ютерної техніки, яка може значно шуміти, слух дослідника може зазнавати негативного впливу;
- невідповідні умови використання комп'ютерної техніки із порушеннями електричної безпеки можуть стати причиною отримання дослідником ураження електричним струмом;
- недбале відношення до ергономічної складової робочого місця може стати причиною появи болісних відчуттів у дослідника та призвести до погіршення його постави;
- значний дискомфорт для дослідника можуть викликати порушення температурного режиму в робочій кімнаті;

- довга робота при поганому освітленні приміщення може призводити до перевтомлення очей дослідника й, навіть, до погіршення його зору.

Щоб зменшити вплив на дослідника зазначених ризиків, обов'язковою вимогою при роботі стає дотримання загальних правил охорони праці, підтримання відповідних цим правилам умов в процесі виконання магістерської роботи.

Окремі заходи для зменшення зазначених ризиків розташовані в додатках магістерської роботи.

Загальні вимоги до умов праці дослідника, рекомендації щодо їх підтримання, а також напрямки усунення виробничо-санітарних ризиків розглянуті у додатку А. В додатку Б виконана оцінка наявних небезпечних та шкідливих факторів, визначена класифікація і наявний ступінь шкідливості, наданий аналіз кількох основних показників, серед яких ступінь монотонності праці, освітлення приміщення, рівень шуму, температура повітря, тощо. В додатку В запропоновані заходи протипожежної безпеки, а також розглянуті заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі вирішувалися питання підвищення загального рівня безпеки дорожнього руху та зменшення затримок автомобільних транспортних засобів на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе.

Перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе було ретельно досліджене. Зібрана інформація про сучасний стан проїжджої частини та прилеглої території, про наявні об'єми руху транспорту та пішоходів, про систему управління дорожнім рухом на перехресті. Окремо зроблений аналіз ДТП, які відбулися на цій ділянці мережі вулиць й доріг за останні три роки.

Була зроблена оцінка потенційної складності перехрестя Хортицького та Нікопольського шосе, а також розрахована пропускна спроможність перехрестя в усіх напрямках. Зроблений аналіз відповідності пропускної спроможності перехрестя наявним об'ємам руху.

Для підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків на перехресті запропонована реконструкція пішохідних доріжок, встановлення недостатнього пішохідного світлофору та встановлення пішохідної огорожі. Передбачена заміна чотирьох дорожніх знаків та встановлення кількох нових.

Для зниження транспортних затримок та вирішення питання з нестачею пропускної спроможності з боку вулиці Абрагама Коопа розраховано дві програми роботи світлофорів на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе, які будуть відповідати наявним об'ємам руху.

Розроблена нова схема організації дорожнього руху на перехресті Хортицького та Нікопольського шосе із врахуванням всіх зазначених вище заходів.

Економічні розрахунки підтвердили доцільність прийнятих рішень, при реалізації яких річна економія складе більше 400 тис. грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 4100:2014 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4100_2014.pdf (дата звернення: 26.09.2024).
2. ДСТУ 4092-2002 Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосовування та вимоги безпеки. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=24575 (дата звернення: 04.10.2024).
3. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука, О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
4. Системологія на транспорті: Кн. IV: Організація дорожнього руху / [Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін.] – К.: Знання України, 2007. – 452 с.
5. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Споруди транспорту. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-197> (дата звернення: 15.10.2024).
6. ДСТУ 8751:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги. URL: https://sozi.com.ua/image/catalog/home/laws/dstu_8751-2017_bezpeka_dorozhnogo_ruhu_Ogorodzhennya_dorozhni_i_napryamni_pristroi.PDF (дата звернення: 27.10.2024).
7. Правила дорожнього руху України 2024. URL: <https://vodiy.ua/pdr/> (дата звернення: 29.10.2024).
8. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_2587_2021.pdf (дата звернення: 09.11.2024).

ДОДАТОК А

Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання отримання травм при аварійних ситуаціях на проїжджій частині, необхідно знаходитися на безпечній відстані від дороги (не менш 5м від краю проїжджої частини).

Для забезпечення безпеки робітника, працюючого на автопідйомнику, необхідно забезпечити його страховим поясом й пристебнутися до «люльки» «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» НПАОП 0.00-1.80-18.

Для попередження наїздів на робітників які встановлюють опори для знаків та банеру, необхідно ділянку огородити та виставити знаки що працюють люди відповідно Правил дорожнього руху.

При бетонуванні опор, необхідно бетоновіз встановити так, щоб він не заважав проїзду іншого транспорту, а також огородити місце розвантаження бетону.

При підключенні світильників до мережі, необхідно перевірити відключення току від мережі, підключення повинні проводити електрики не нижче 4-го розряду. Для запобігання падіння з висоти, робітники повинні пристебнутися страховими поясами до «люльки» автопідйомника «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» НПАОП 0.00-1.80-18.

Для не допущення аварійних ситуацій на цій ділянці, до попереднього перехрестя дати інформацію водіям про зміну руху на частині проспекту Моторобудівників написати на банері про ці зміни руху зі схемою руху;

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Для попередження переохолодження дослідника, необхідно забезпечити його теплим одягом та взуттям. Бажано, при собі мати термос з гарячим чаєм. Робити частіші перерви для обігріву і інших приміщеннях (магазинах, універсамах та інших). відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

ДОДАТОК Б

Загальна гігієнічна оцінка умов праці

В рамках дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці були проведені відповідні виміри мікроклімату, освітлення, рівня шуму та інші у лабораторії де є ПК.

Відповідно до додатків методичних вказівок [1], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника це лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [1], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці Б.1.

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до таблиці Б.1.

Для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [1]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1[1]:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

Таблиця Б.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Вимі- ряні показ- ники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, по- казники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
Мікроклімат за ТНС-індек- сом, $t, ^\circ C$	28,3	8	22,9- 25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	250	8	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	102	5	60	—	3.3	1,88
Загальні енергозатрати ор- ганізму, Bm	240	8	290	0,83	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при ло- кальному навантаженні (за участю м'язів кистей та па- льців рук)	55000	8	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	83	8	75	1,11		
Тривалість робочого дня, $год.$	8	8	8	0,15		

Для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2 [1]:

а) Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{240 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,83;$$

б) Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{55000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

в) Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{84 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,11;$$

г) Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці Б.1:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [1] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 250$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [1] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 102$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [1] – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

Клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [1]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,83 + 1,38 + 1,11 + 0,15 = 3,46$$

З таблиці 7.3 [1] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,46$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

Загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до таблиці Б.1:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [1]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{3 \cdot 5}{8} = 1,88$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому $- X_{cm} = X_i = 3$.

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [1]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,88 + 3 = 9,88$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану $- X_{факт} = 9,88$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [1]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції.

Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці інженера-дослідника центральній заводської лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця.

Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести

ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300 \text{ лк}$;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціювання приміщення;
- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;
- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [1], у розмірі 20%.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ДОДАТКУ Б

1. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018 – 44 с.

ДОДАТОК В
Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях
Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання пожежі при нанесенні розмітки фарбою на дорожньому полотні, необхідно категорично заборонити розводити багаття, палити біля тари з розчинниками. При нанесенні фарби на шлях, оператору механізму не можна палити. Біля схрону розчинників, на механізмі розмістити по одному вогнегаснику ВВП-8, відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 32 м² треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 2 шт.

Заходи з цивільного захисту

Призначення транспортних засобів .

Органи, підрозділи, підприємства, установи та організації системи ДСНС України оснащуються ТЗ, що за призначенням поділяються на оперативні та господарські ТЗ. *До оперативних ТЗ* відносяться ТЗ, що використовуються для виїзду на ліквідацію пожеж та наслідків надзвичайних ситуацій (далі – НС) та виконання планових технічних робіт неаварійного характеру на підприємствах, що обслуговуються.

Оперативні ТЗ повинні мати спеціальні розпізнавальні знаки та написи згідно з ДСТУ 3849:2018 «*Дорожній транспорт. Кольорографічні схеми, розпізнавальні знаки, написи та спеціальні сигнали оперативних, спеціалізованих*

та спеціальних транспортних засобів. Загальні вимоги» і бути оснащені сигнально-гучномовною установкою (далі – СГУ) з проблісковими маячками із синім світлофільтром, встановленим над кабіною.

До *господарських ТЗ* відносяться ТЗ, задіяні для матеріально-технічного забезпечення життєдіяльності підрозділів, а також для транспортування матеріалів і оснащення з метою виконання технічних та пожежо-профілактичних заходів, а також інженерних та допоміжних робіт, які безпосередньо не задіяні для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.