

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 ДНІПРОВСЬКОГО ШОСЕ ТА
ВУЛИЦІ БОРИСПІЛЬСЬКОЇ 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)»



Олександр ПЕТУХОВ

(прізвище та ініціали)

Керівник



Сергій ШЧЕНКО

(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)

ПЕТУХОВА Олександра Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення організації руху автомобільного транспорту на перехресті Дніпровського шосе та вулиці Бориспільської м. Запоріжжя

керівник проєкту (роботи) д-р. техн. наук, проф. ІЩЕНКО Сергій Олександрович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

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

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


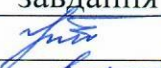






3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі характеристики транспортних та пішохідних потоків, існуюча схема організації дорожнього руху

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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, 2.2.1 Заборона ряду маневрів автомобільних транспортних засобів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, 2.2.2 Каналізування руху транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, 2.2.3 Підвищення безпеки пішохідного руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, 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	ЩЕНКО С.О., професор		
2	ЩЕНКО С.О., 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)

Олександр ПЕТУХОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олексій КОТОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 74 стор., 19 табл., 32 рис., 7 використаних джерел.

ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, КАНАЛІЗУВАННЯ РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПІШОХІДНЕ ОГОРОДЖЕННЯ, ПІШОХІДНИЙ ПЕРЕХІД, ПОТЕНЦІЙНА СКЛАДНІСТЬ ПЕРЕХРЕСТЯ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ, СХЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ХАРАКТЕРИСТИКИ РУХУ, ЦИКЛОГРАМА

Об'єкт дослідження – перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською в місті Запоріжжя.

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

Метод дослідження – аналітичний та розрахунково-аналітичний.

У магістерській роботі розглянуто перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською 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.

Запропонована заборона певних маневрів транспорту на перехресті. Запропоноване каналізування руху транспортних потоків на перехресті.

Можливість впровадження цих заходів підтверджена економічними розрахунками.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Об’єкт дослідження – перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	8
1.2 Організація управління дорожнім рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	11
1.3 Оцінка рівня небезпеки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	14
1.3.1 Оцінка потенційної складності перехрестя.....	14
1.3.2 Статистичний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті.....	16
1.4 Дослідження характеристик транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	20
1.4.1 Дослідження об’ємів руху транспорту.....	20
1.4.2 Дослідження складу транспортних потоків.....	24
1.4.3 Дослідження швидкості руху транспорту.....	26
1.5 Дослідження організації пішохідного руху в межах перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	31
1.6 Розрахунок пропускних спроможностей перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	31
1.7 Формулювання завдань для вирішення в магістерській роботі...	36
2 Розрахункова частина.....	37

2.1 Шляхи усунення недоліків організації руху автомобільного транспорту на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	37
2.2 Удосконалення складових організації дорожнього руху.....	38
2.2.1 Заборона ряду маневрів автомобільних транспортних засобів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	38
2.2.2 Каналізування руху транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	41
2.2.3 Підвищення безпеки пішохідного руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	44
2.2.3.1 Приведення у відповідність до вимог обладнання пішохідних переходів	44
2.2.3.2 Запобігання виходу пішоходів на перехрестя перед забудовою банку	46
2.2.4 Використання дорожніх знаків для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	47
2.2.5 Використання дорожньої розмітки для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.....	49
2.2.6 Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською	49
3 Економічна частина.....	53
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	61
Висновки.....	63
Перелік джерел посилання.....	64
Додаток А.....	65
Додаток Б.....	67
Додаток В.....	74

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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською. Це перехрестя розташоване в Дніпровському районі Запоріжжя. Підвищенню безпеки руху транспортних потоків в межах означеного перехрестя присвячена магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Об'єкт дослідження – перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

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 обрано одне з перехресть Дніпровського району (див. рис. 1.1) міста Запоріжжя.

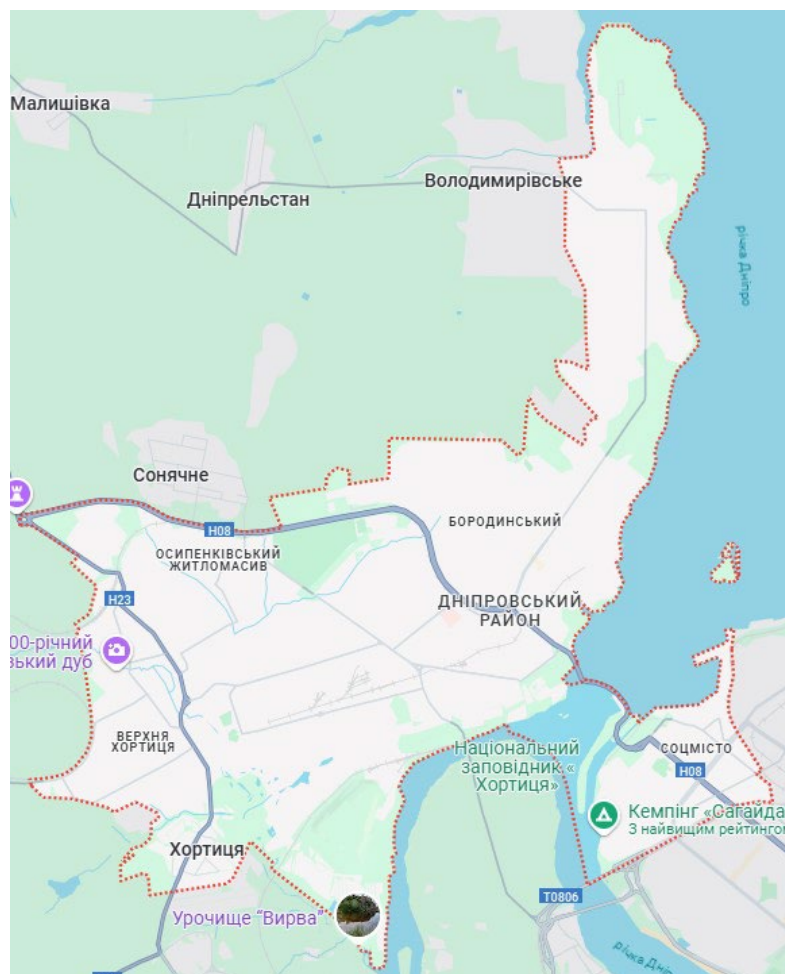


Рисунок 1.1 – Мапа Дніпровського району міста Запоріжжя

Перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською (раніше вулиця Братська) є одним з перехресть центру Дніпровського району. Місце розташування перехрестя на вулично-дорожній мережі наведено на рисунках 1.2, 1.3.

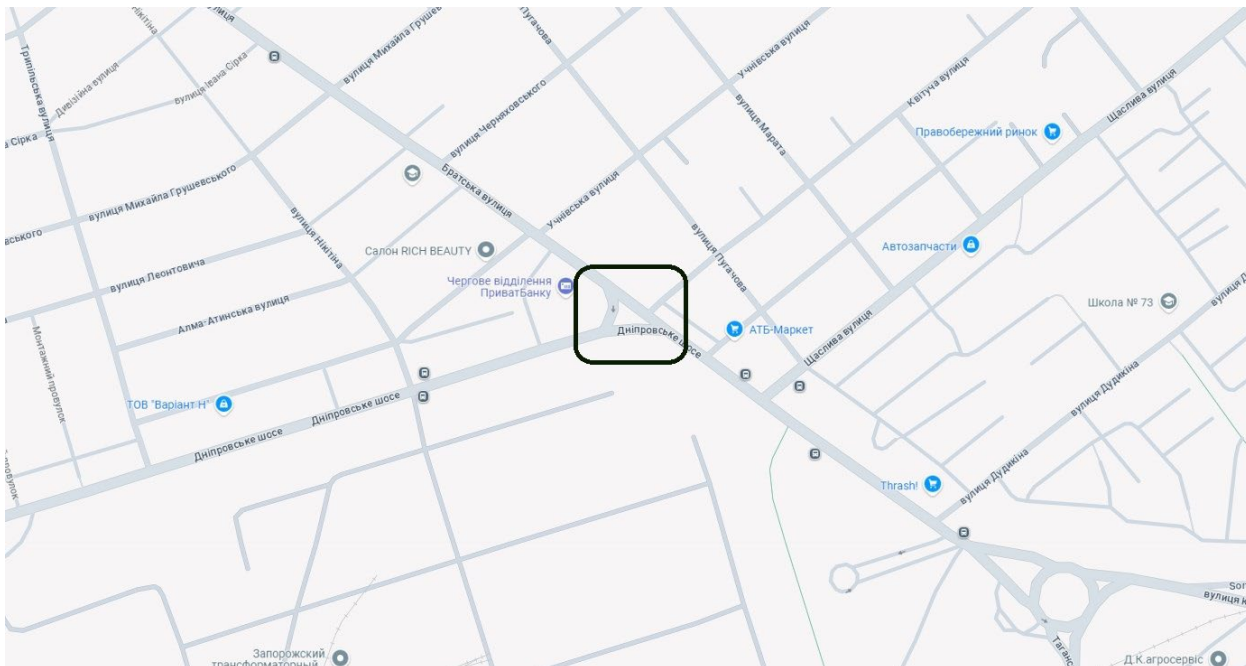


Рисунок 1.2 – Перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською на мережі району

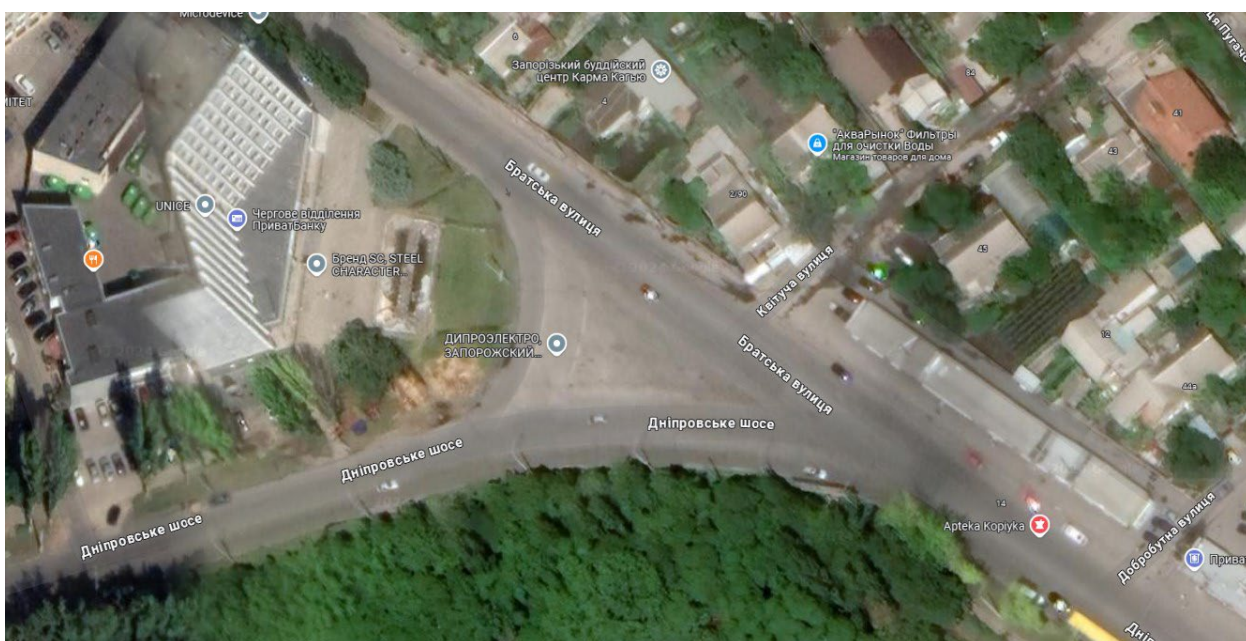


Рисунок 1.3 – Вид на перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською зверху

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською дозволено рух усіх типів автомобільних транспортних засобів. Мав місце й тролейбусний рух Дніпровським шосе й вулицею Бориспільською. Але після пошкодження Дніпровської греблі в результаті військових дій тролейбусний рух на правому березі Дніпра в місті Запоріжжя було припинено.

Перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською має складну конфігурацію – вулиця Бориспільською примикає до повороту Дніпровського шосе. Майже під кутом у 90° до вулиці Бориспільської до перехрестя примикає й вулиця Квітуча, яка виходить з одноповерхового житлового масиву. Вид на перехрестя з усіх під'їздів до нього наведений на рисунках 1.4-1.6.

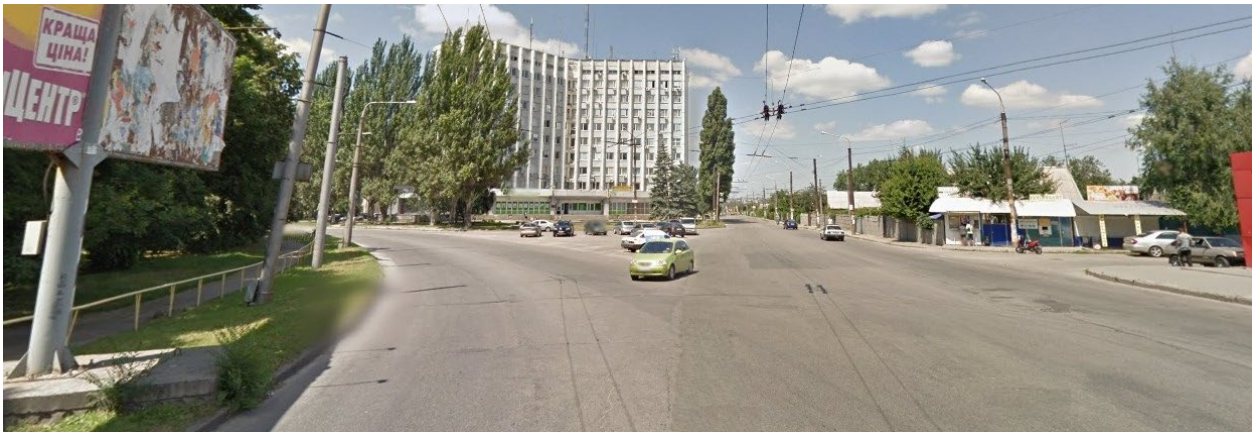


Рисунок 1.4 – Під'їзд до перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською від вулиці Щасливої

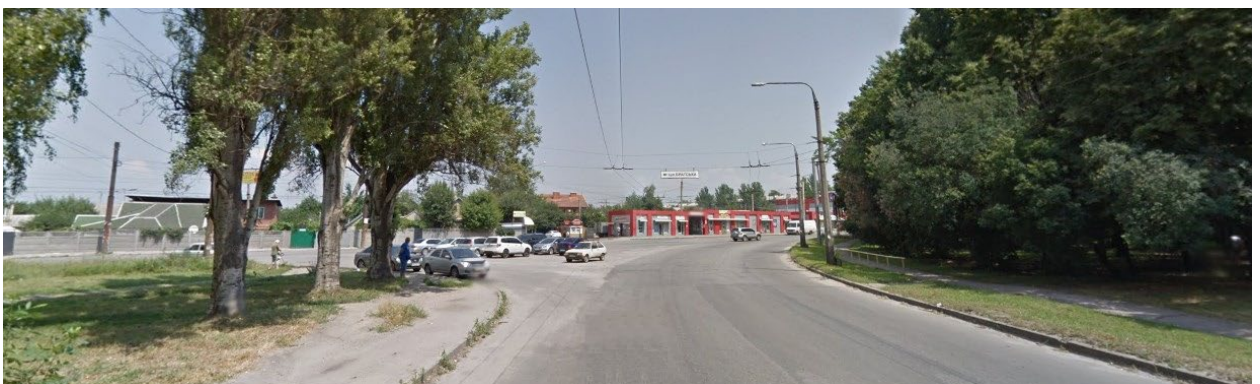


Рисунок 1.5 – Під'їзд до перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською від вулиці Піщаної



Рисунок 1.6 – Під’їзд до перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською по вулиці Бориспільська

До особливостей перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською також можна віднести наявність значної вільної від руху площі проїжджої частини. Цю площу під час спостереження використовували для організації стоянки автомобільних транспортних засобів прямо в центрі перехрестя, що є дуже небезпечним.








Дніпровське шосе має чотири смуги для руху автомобільних транспортних потоків, тобто по дві смуги для руху в кожному з напрямків. Вулиця Бориспільська має три смуги руху – дві від перехрестя й одну до перехрестя. Вулиця Квітуча має дві смуги руху, по одній в кожному напрямку. Ширина Дніпровського шосе складає 15 м, ширина вулиці Бориспільської також складає 15 м, ширина вулиці Квітучої – 6 м.

1.2 Організація управління дорожнім рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською напрям головної дороги проходить по Дніпровському шосе. На перехресті дозволені всі напрямки руху. Перехрестя не має примусового регулювання руху транспортних та пішохідних потоків.

Управління рухом автомобілів та пішоходів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською реалізоване з використанням дорожніх знаків, повний перелік яких наведений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Використані дорожні знаки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість
2.1	Дати дорогу		1
5.17.1	Напрямок руху по смугах		1
5.20.1	Початок додаткової смуги руху		1
5.38.1	Пішохідний перехід		4
5.38.2	Пішохідний перехід		1
5.65.1	Назва об'єкта		1
7.8	Напрямок головної дороги		1

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

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

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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською наведена на рисунку 1.7.

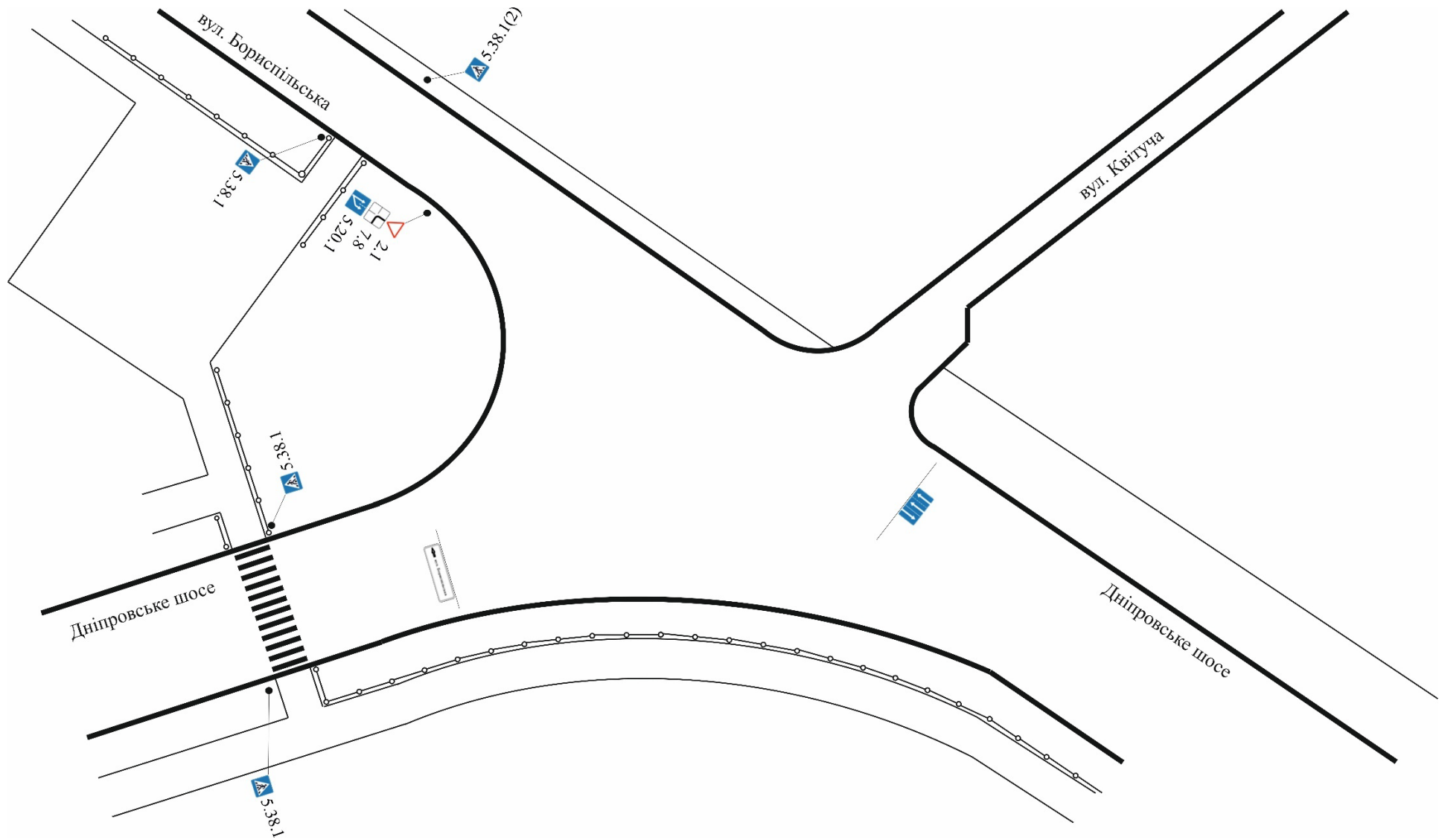


Рисунок 1.7 – Діюча схема організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

1.3 Оцінка рівня небезпеки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

1.3.1 Оцінка потенційної складності перехрестя

Для оцінки наявної потенційної складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською можливе використання найпростішої системи оцінювання – так званої п'ятибальної системи. Вище вже йшла мова про те, що перехрестя є місцями, де наявна велика кількість конфліктів транспорту. 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 траєкторій 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]:

$$m = n_e + 3n_z + 5n_n \quad (1.1)$$

де n_e – кількість точок відхилення на перехресті;

n_z – кількість точок злиття на перехресті;

n_n – кількість точок перетину на перехресті.

Як бачимо, система поділяє конфліктні точки на групи. На рисунку 1.8 наведені можливі узагальнені групи конфліктних точок.

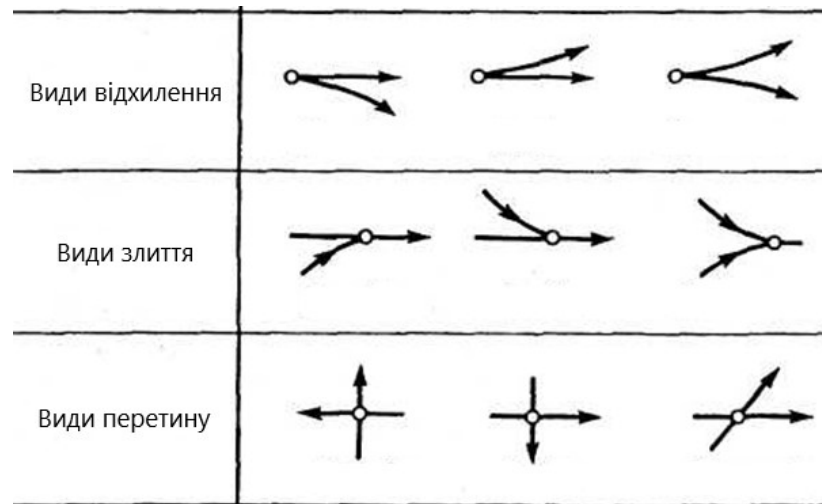


Рисунок 1.8 – Різновиди конфліктних точок [4]

Щоб скористатися п'ятибальною системою для оцінювання складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською були проаналізовані всі наявні траєкторії руху транспортних потоків на перехресті. Отримані конфліктні точки перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською наведені на рисунку 1.9.

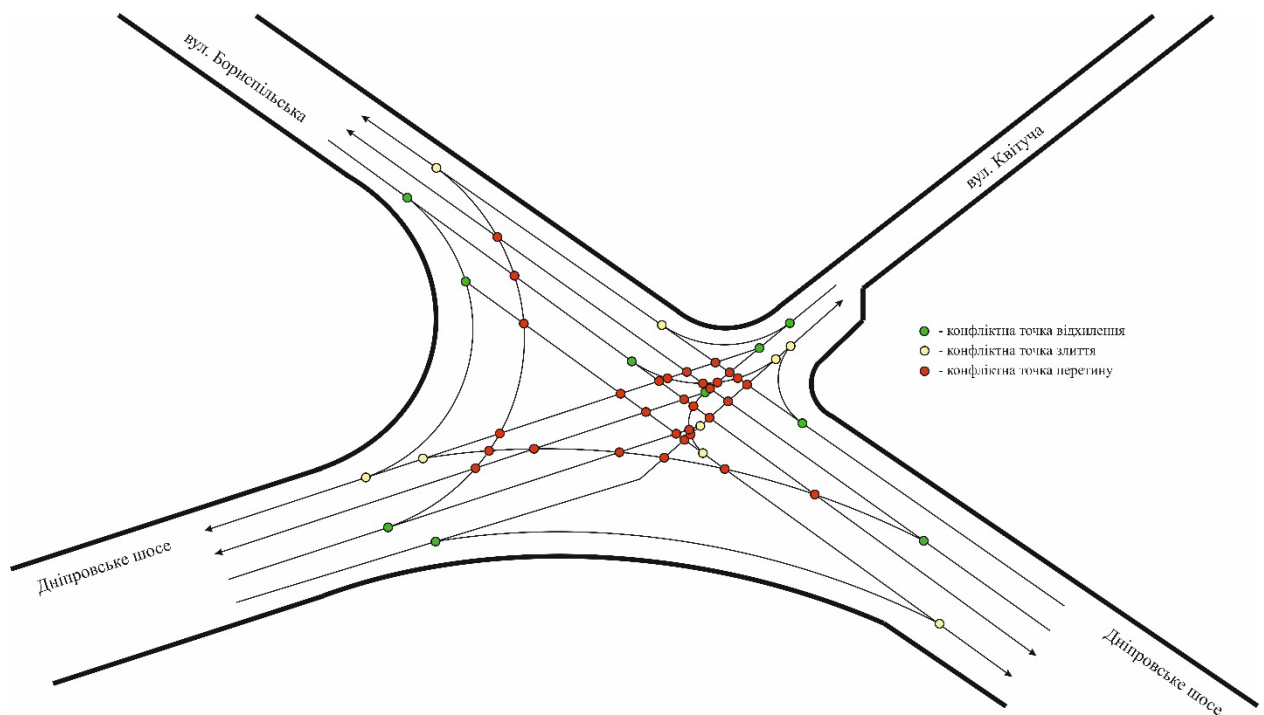


Рисунок 1.9 – Наявні конфліктні точки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

У відповідності до рисунку 1.9, на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською спостерігаються різні конфліктні точки в кількості:

- точки відхилення – 10;
- точки злиття – 9;
- точки перетину – 31.

Потенційний показник складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською:

$$m = 10 + 9 \cdot 3 + 31 \cdot 5 = 192.$$

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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською є 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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською надана в таблиці 1.2 та на рисунку 1.10.

Таблиця 1.2 – Кількість дорожньо-транспортних пригод по роках

2021	2022	2023	Всього
7	9	10	26

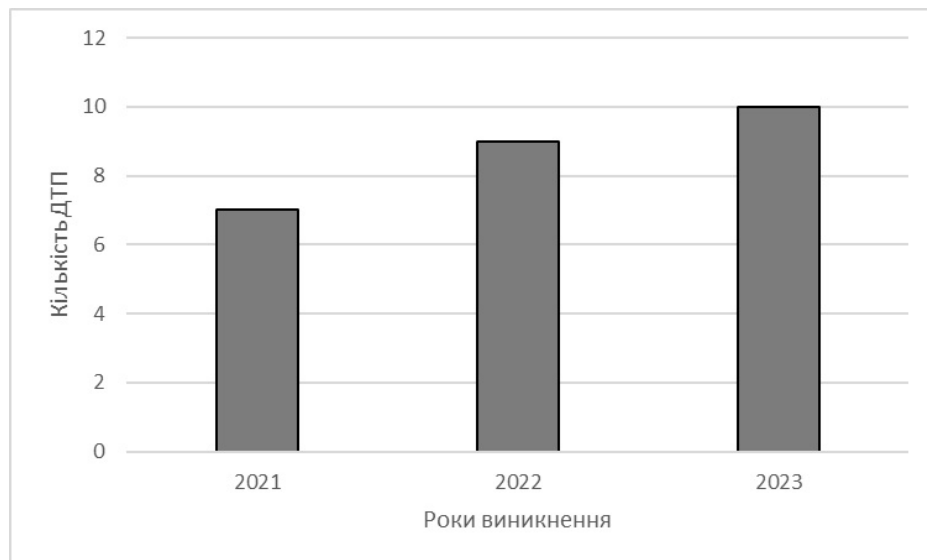


Рисунок 1.10 - Кількість дорожньо-транспортних пригод по роках

З рисунку 1.10 легко можна побачити наявну тенденцію до зростання кількості ДТП на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською за останні три роки.

Тяжкість ДТП наведена в таблиці 1.3 та на рисунку 1.11.

Таблиця 1.3 – Тяжкість дорожньо-транспортних пригод по роках

Роки	Тяжкість ДТП		
	без постраждалих	з постраждалими	із загиблими
2021	4	2	1
2022	5	2	2
2023	7	2	1

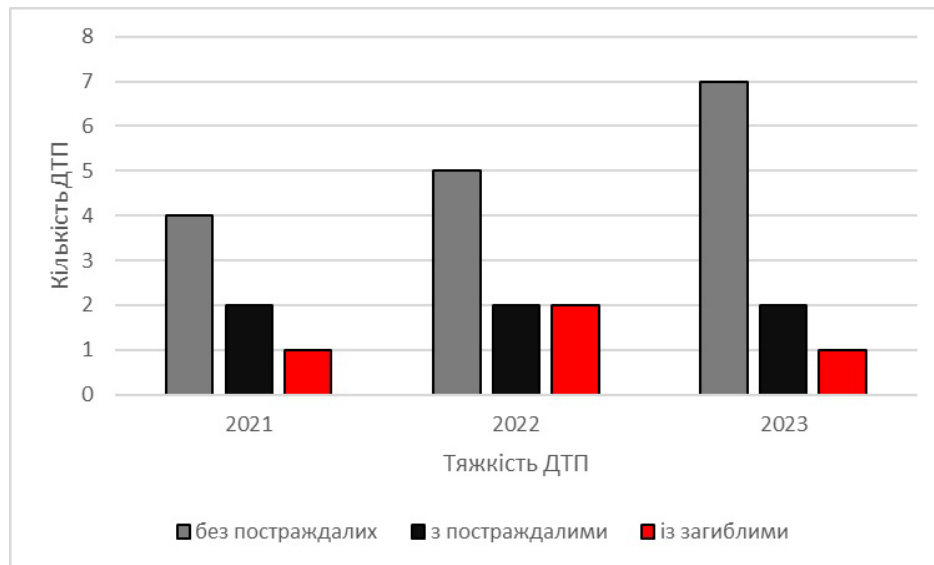


Рисунок 1.11 - Тяжкість дорожньо-транспортних пригод по роках

Статистичні дані про виниклі дорожньо-транспортні пригоди використовувалися для подальшого аналізу, результати якого наведені в таблиці 1.4 та на рисунку 1.12.

Потенційно перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською є дуже складним й на ньому періодично відбуваються дорожньо-транспортні пригоди трьох основних видів. Це зіткнення автомобільних транспортних засобів один з одним, наїзд цих засобів на пішоходів та зіткнення із транспортом, який стоїть. Тому підвищення рівня безпеки руху на перехресті є необхідним заходом.

Таблиця 1.4 – Аналіз аварійності

Види ДТП								
зіткнення			наїзд на пішохода			наїзд на тр-т, що стоїть		
без постраждалих	з постраждалими	із загиблими	без постраждалих	з постраждалими	із загиблими	без постраждалих	з постраждалими	із загиблими
11	4	4	1	1	0	4	1	0

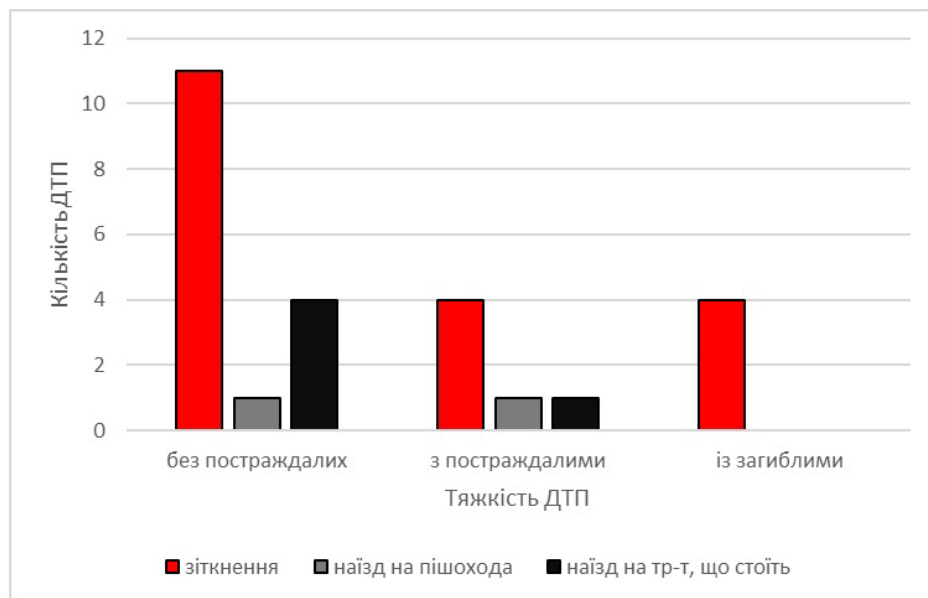


Рисунок 1.12 - Аналіз аварійності

1.4 Дослідження характеристик транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

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 1.13.



Рисунок 1.13 – 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.

Колівання 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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською 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 1.14 наведені напрямки руху транспорту, на яких відбувалося дослідження.

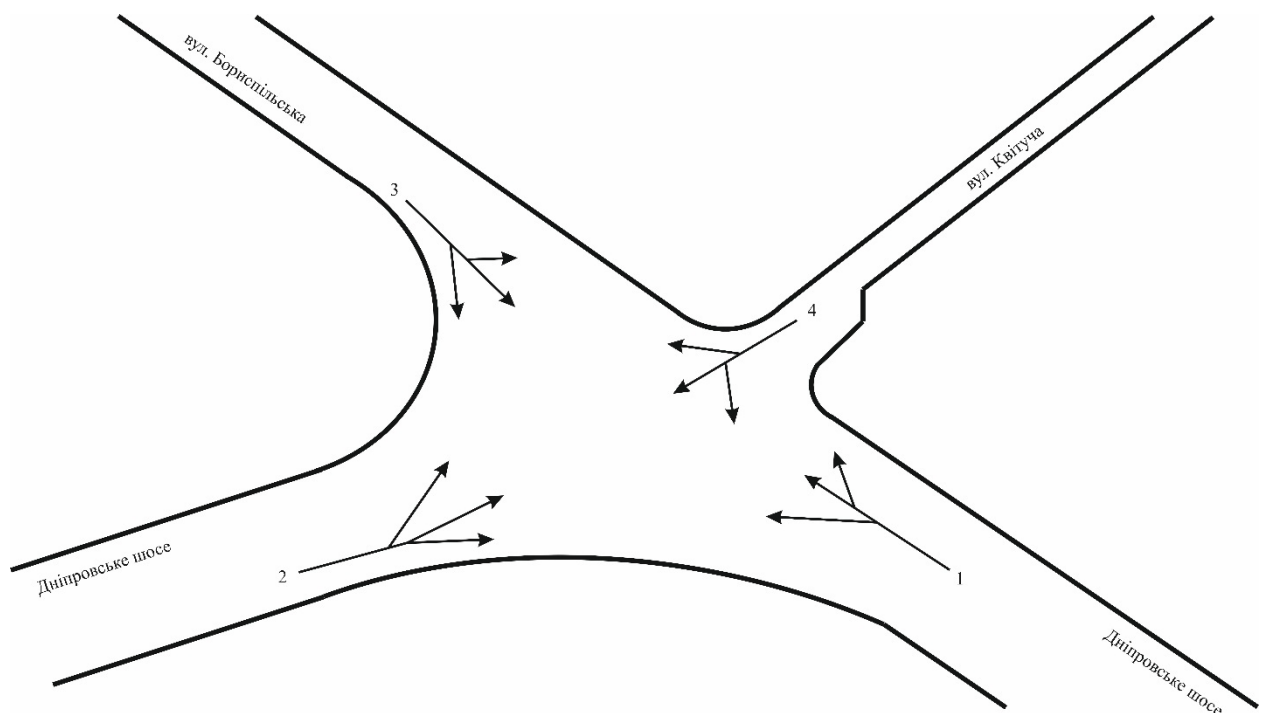


Рисунок 1.14 – Напрямки для дослідження об'ємів руху

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 1.15-1.17.

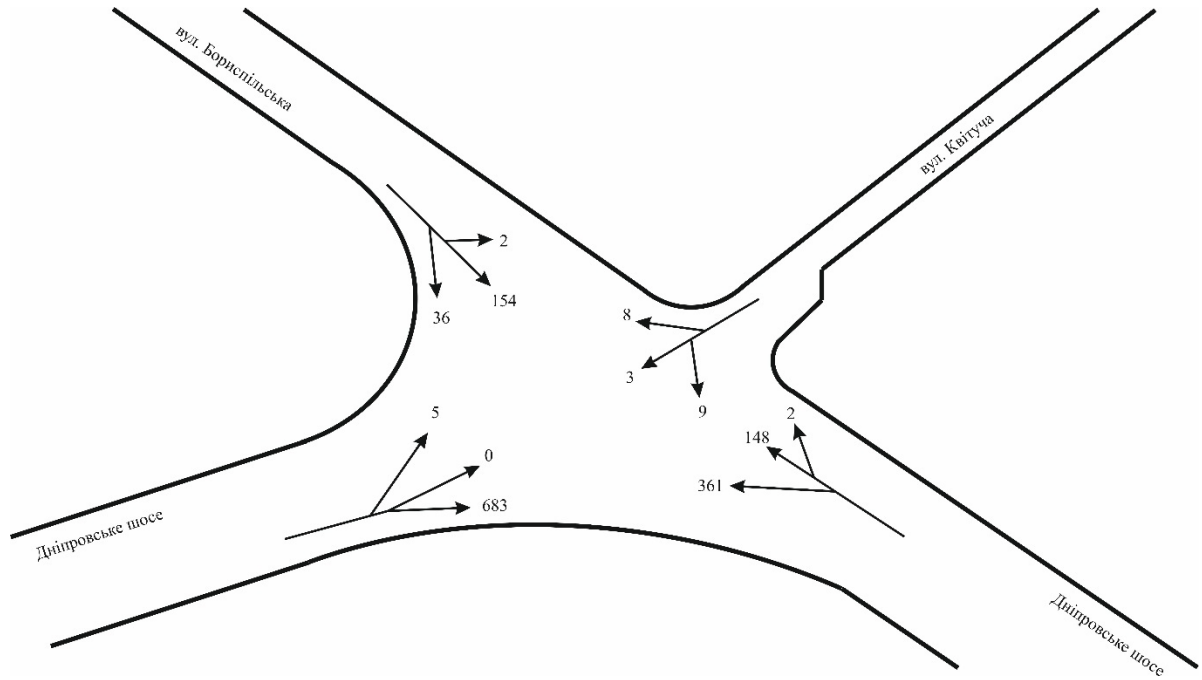


Рисунок 1.15 – Приведені об'єми руху (з 7:00 до 8:00)

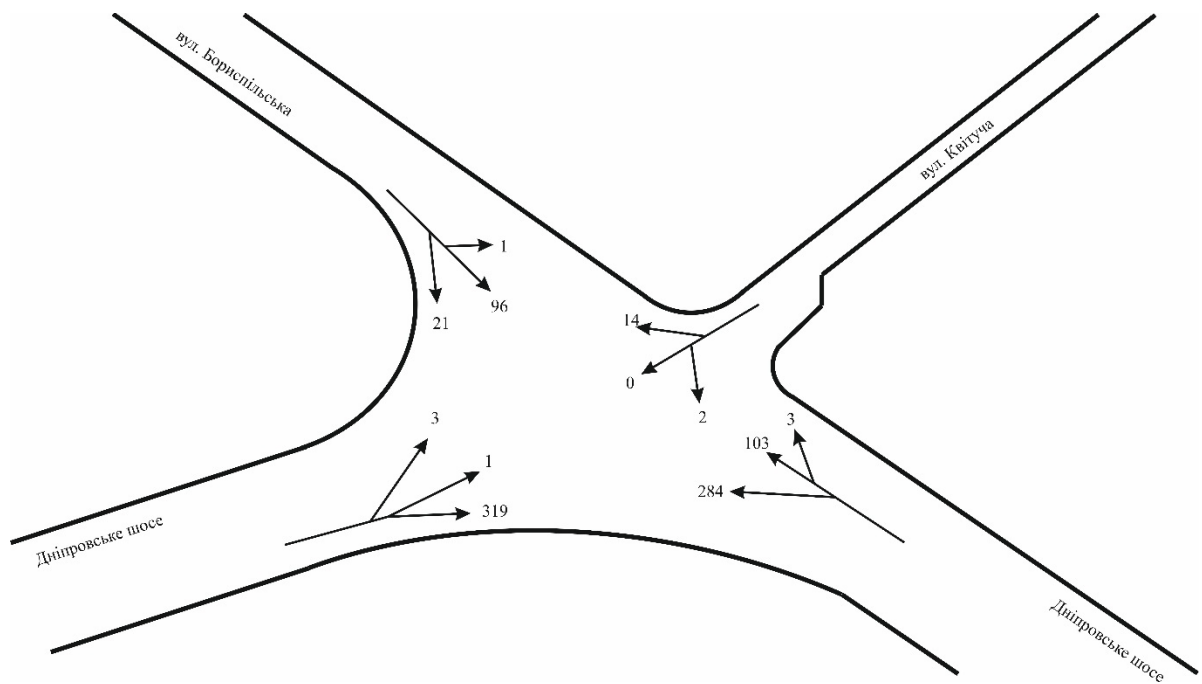


Рисунок 1.16 – Приведені об'єми руху (з 13:00 до 14:00)

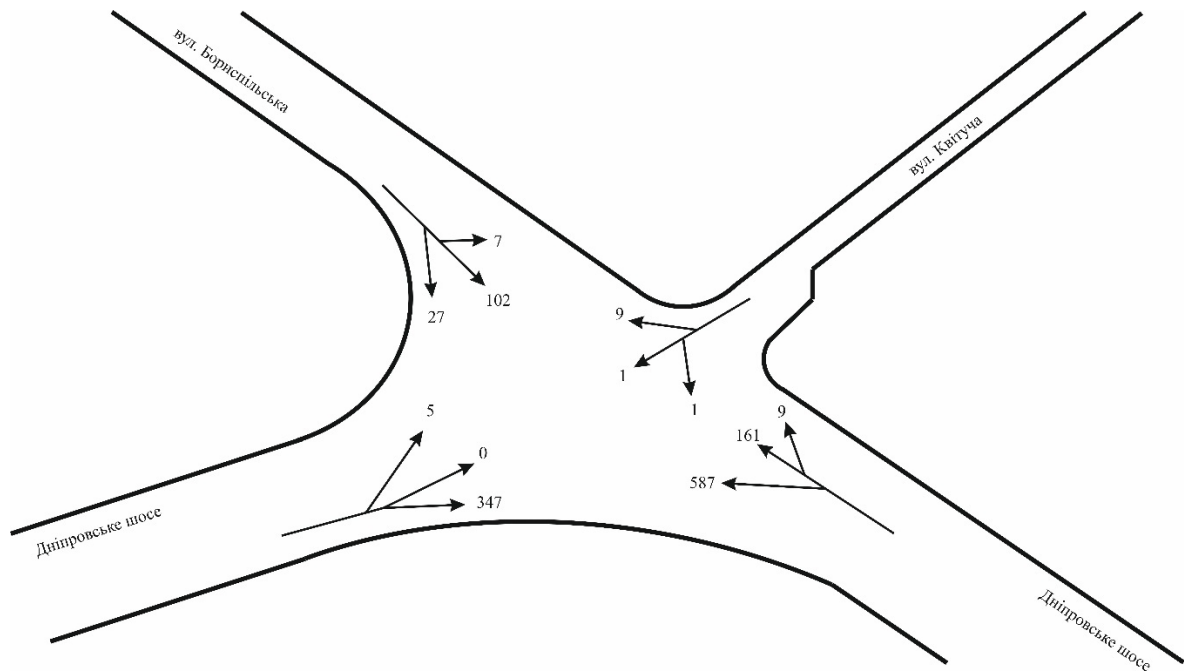


Рисунок 1.17 – Приведені об'єми руху (з 17:00 до 18:00)

Загальний об'єм руху автомобільних транспортних засобів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською становить більше 1000 одиниць за годину в вечірні пікові години.

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 1.18 наданий склад транспортного потоку на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

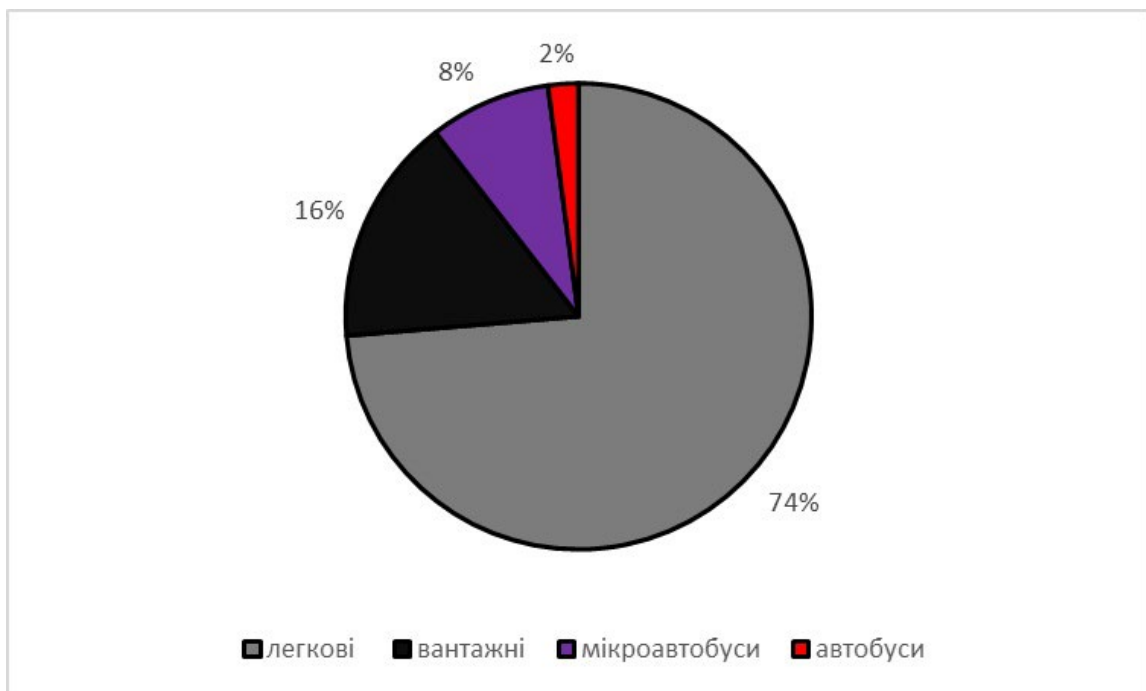


Рисунок 1.18 – Склад автомобільних транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

З рисунку 1.18 можна зробити висновок, що на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською наявний неоднорідний транспортний потік – частка легкових автомобілів в потоці складає в вечірні пікові години 74 %.

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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською виконано з його використанням.

Вимірювання швидкості автомобілів виконувалося окремо на кожному підході до перехрестя. Фіксувалися швидкості проїзду перехрестя автомобілями на дозволяючий сигнал світлофору. Було зафіксовано по 100 значень швидкостей різних типів автомобілів з трьох підходів. Швидкість вулицею Квітучою не вимірювалась через незначний об'єм руху транспорту.

В таблиці 1.5 наведені результати спостережень швидкості по Дніпровському шосе на підході з боку вулиці Щасливої.

Таблиця 1.5 – Обробка результатів спостережень швидкості по Дніпровському шосе на підході з боку вулиці Щасливої

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі	Частість	Накопичена частість
30-35	32,5	8	0,08	0,08
35-40	37,5	16	0,16	0,24
40-45	42,5	28	0,28	0,52
45-50	47,5	26	0,26	0,78
50-55	52,5	17	0,17	0,95
55-60	57,5	5	0,05	1

На рисунку 1.19 наведений розподіл швидкостей окремих автомобілів на цьому підході.

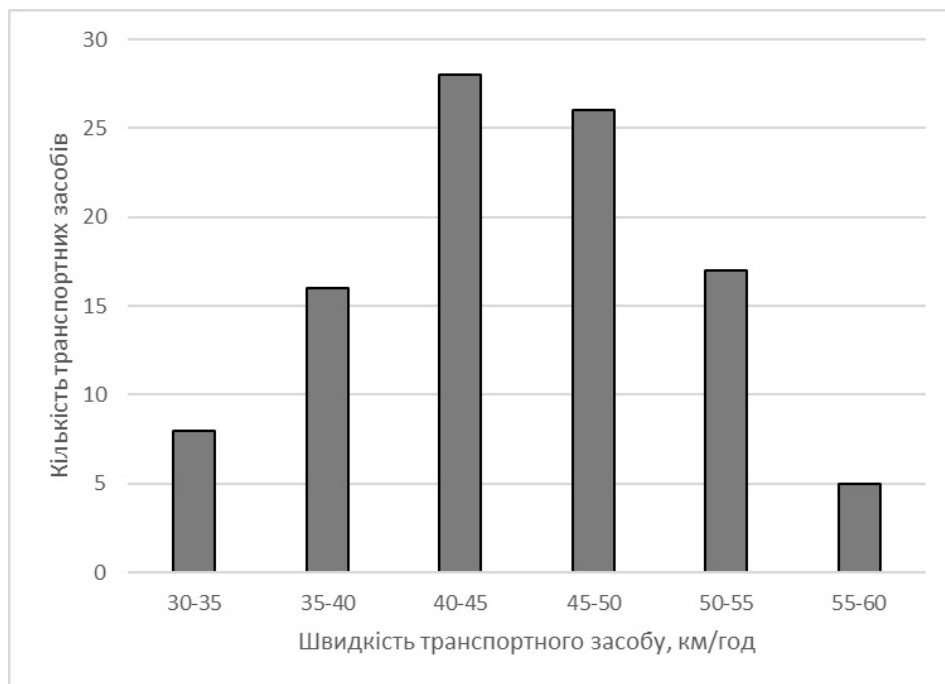


Рисунок 1.19 - Швидкості руху автомобілів Дніпровським шосе з боку вулиці Щасливої

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 Дніпровським шосе з боку вулиці Щасливої:

$$\bar{V} = \frac{4465}{100} = 44,65 \text{ км/год.}$$

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

В таблиці 1.6 наведені результати спостережень швидкості по Дніпровському шосе на підході з боку вулиці Піщаної.

Таблиця 1.6 – Обробка результатів спостережень швидкості по Дніпровському шосе на підході з боку вулиці Піщаної

Швидкість, км/ГОД	Середня швидкість інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі	Частість	Накопичена частість
< 30	15	3	0,03	0,03
30-35	32,5	9	0,09	0,12
35-40	37,5	14	0,14	0,26
40-45	42,5	25	0,25	0,51
45-50	47,5	23	0,23	0,74
50-55	52,5	19	0,19	0,93
55-60	57,5	7	0,07	1

На рисунку 1.20 наведений розподіл швидкостей окремих автомобілів на цьому підході.

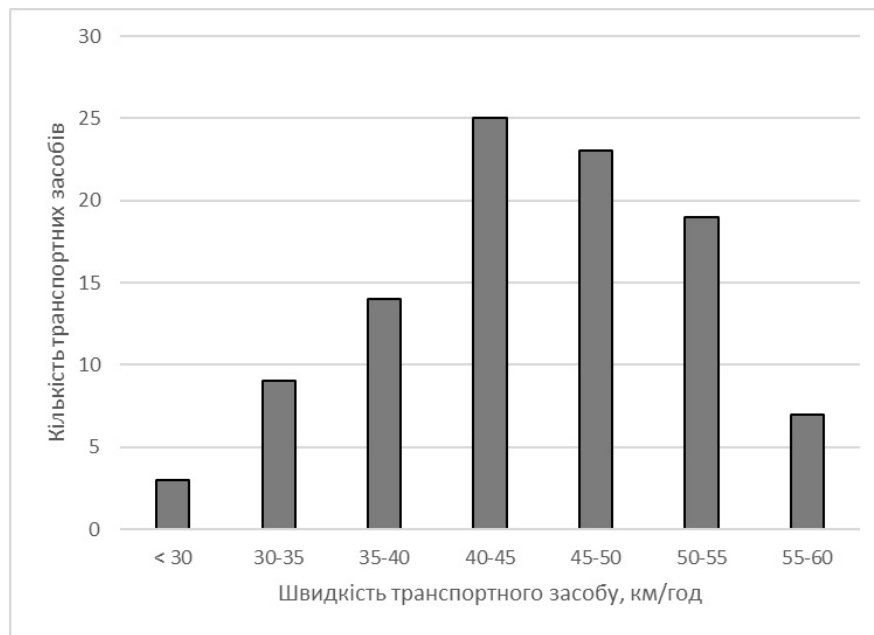


Рисунок 1.20 - Швидкості руху автомобілів
Дніпровським шосе з боку вулиці Піщаної

Середня швидкість руху автомобілів Дніпровським шосе з боку вулиці Піщаної:

$$\bar{V} = \frac{4417,5}{100} = 44,18 \text{ км/год.}$$

В таблиці 1.7 наведені результати спостережень швидкості по вулиці Бориспільській.

Таблиця 1.7 – Обробка результатів спостережень швидкості по вулиці Бориспільській

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі	Частість	Накопичена частість
1	2	3	4	5
< 30	15	5	0,05	0,05
30-35	32,5	14	0,14	0,19
35-40	37,5	24	0,24	0,43

Кінець таблиці 1.7

1	2	3	4	5
40-45	42,5	28	0,28	0,71
45-50	47,5	15	0,15	0,86
50-55	52,5	7	0,07	0,93
55-60	57,5	4	0,04	0,97
60-65	62,5	3	0,03	1

На рисунку 1.21 наведений розподіл швидкостей окремих автомобілів на цьому підході.

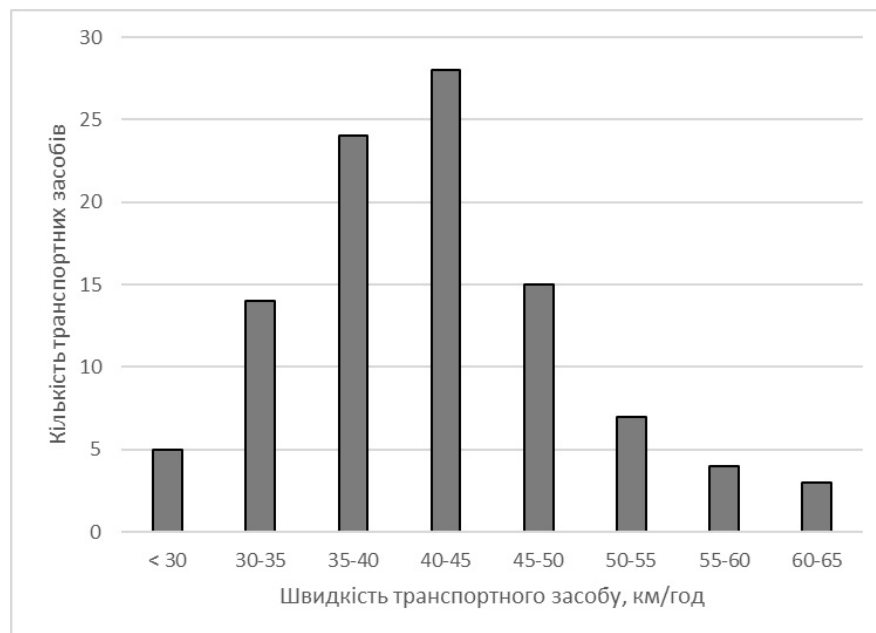


Рисунок 1.21 - Швидкості руху автомобілів вулицею Бориспільською

Середня швидкість руху автомобілів вулицею Бориспільською:

$$\bar{V} = \frac{4117,5}{100} = 41,18 \text{ км/год.}$$

В принципі на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською швидкісні режими руху знаходяться в межах дозволених з певними відхиленнями в бік перевищення швидкості.

1.5 Дослідження організації пішохідного руху в межах перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською наявні тротуари достатньої ширини для руху пішоходів повздовж проїжджої частини та обладнані нерегульовані пішохідні переходи для перетину проїжджої частини.

В безпосередній близькості до перехрестя наявна одно- та багатоповерхова житлова забудова, будівля державного банку. Обсяги пішохідного руху на перехресті є незначними і коливаються в межах 50-200 піш/год.

При дослідженні умов пішохідного руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською були виявлені наступні недоліки:

- порушення вимог обладнання двох пішохідних переходів;
- вихід пішоходів, що є водіями автомобілів й приїжджають до банку, на перехрестя до власних автомобілів та від них.

1.6 Розрахунок пропускних спроможностей перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

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 не має світлофорного регулювання, як у випадку з перехрестям Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, то розраховується пропускна спроможність окремо для кожної смуги руху [4]:

$$P_T = \frac{3600V}{(l_0 + 2) + V + 0,13V^2}, \quad (1.4)$$

де V – швидкість руху автомобільних транспортних засобів смугою руху, м/с;

l_0 – середня довжина автомобільного транспортного засобу в потоці, м.

Якщо на підході до перехрестя мають місце кілька смуг руху, в загальній пропускній спроможності потрібно врахувати можливе маневрування автомобілів між смугами, що дещо знижує їх пропускну спроможність [4]:

$$P_{\text{під}} = P_T \cdot n \cdot \varepsilon, \quad (1.5)$$

де n – наявна кількість смуг руху на підході;

ε – коефіцієнт, який враховує кількість смуг руху.

В таблиці 1.8 наведені значення коефіцієнту, який враховує кількість смуг руху.

Таблиця 1.8 - Коефіцієнт, який враховує кількість смуг руху [4]

№	Кількість смуг руху на підході	ε
1	1	1,00
2	2	0,90
3	3	0,82

Пропускна спроможність смуги руху на підході до перехрестя Дніпровським шосе з боку вулиці Щасливої (середні швидкості руху автомобільних транспортних засобів на підходах взяті в п. 1.4.3):

$$V = 44,65 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 12,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$P_T = \frac{3600 \cdot 12,4}{(5 + 2) + 12,4 + 0,13 \cdot 12,4^2} = 1133 \frac{\text{од.}}{\text{год}}$$

$$P_{\text{під}} = 1133 \cdot 2 \cdot 0,9 = 2039 \frac{\text{од.}}{\text{год}}$$

Аналогічним чином розраховуються пропускні спроможності на всіх підходах до перехрестя. Слід врахувати, що фактична пропускна спроможність на другорядних напрямках буде значно нижче теоретичної через необхідність зупинятися перед перехрестям для пропуску транспорту по головній дорозі. Вона буде залежати від співвідношення об'ємів руху на головній й другорядній дорозі. Для подальших розрахунків можливо прийняти чверть від розрахункової пропускної спроможності [4].

В таблиці 1.9 зведені розрахунки пропускних спроможностей перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

Таблиця 1.9 – Розраховані пропускні спроможності перехрестя

№	Напрямок руху до перехрестя	P_T	$P_{під}$
1	Дніпровським шосе від вулиці Щасливої	1133	2039
2	Дніпровським шосе від вулиці Піщаної	1137	2046
3	вулицею Бориспільською	1161	522

Щоб зробити аналіз відповідності пропускної спроможності перехрестя наявним обсягам руху, потрібно їх порівняти, що зроблено в таблицях 1.10-1.12 по кожному часовому проміжку дослідження.

Таблиця 1.10 – 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	1019	150	відповідає
1	2	1019	361	відповідає
2	1	1023	683	відповідає
2	2	1023	5	відповідає
3	1	261	202	відповідає

Таблиця 1.11 – 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	2	3	4	5
1	1	1019	106	відповідає
1	2	1019	284	відповідає

Кінець таблиці 1.11

1	2	3	4	5
2	1	1023	319	відповідає
2	2	1023	4	відповідає
3	1	261	117	відповідає

Таблиця 1.12 – 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	1019	170	відповідає
1	2	1019	587	відповідає
2	1	1023	347	відповідає
2	2	1023	5	відповідає
3	1	261	136	відповідає

Порівняння об'ємів руху із пропускною спроможністю перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською дозволяє стверджувати, що на перехресті немає проблем із чергами автомобільного транспорту і пропускної спроможності перехрестя достатньо для пропуску транспортних потоків на протязі всієї доби.

Однак слід зазначити, що використання смуг руху при виконанні повороту праворуч напрямком головної дороги по Дніпровському шосе виконується із порушенням правил дорожнього руху, тобто з другою смуги в тому числі. Вона практично не використовується для руху прямо й ліворуч, хоча ніякої заборони для цих маневрів немає. Водії самі не дуже прагнуть їх виконувати через значний зустрічний потік та складність орієнтування. На це потрібно звернути особливу увагу при підвищенні рівня безпеки руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

1.7 Формулювання завдань для вирішення в магістерській роботі

При дослідженні перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, 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:

- повну відсутність дорожньої розмітки (залишки наявні на одному з пішохідних переходів);
- наявність небезпечного руху пішоходів з причини стоянки автомобілів посеред перехрестя;
- складність орієнтування для водіїв на перехресті;
- ризикові ситуації при русі прямо й ліворуч з вулиці Квітучої й з Дніпровського шосе на підході від вулиці Піщаної;
- значну кількість ДТП внаслідок всіх вище перерахованих моментів.

В магістерській роботі запропоновано заходи для усунення зазначених вище недоліків.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Шляхи усунення недоліків організації руху автомобільного транспорту на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

Під час досліджень умов руху автомобільних транспортних потоків та пішоходів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською були виявлені суттєві недоліки, які зазначені в п. 1.7. Вони значно впливають на рівень безпеки руху на перехресті.

В рамках магістерської роботи для підвищення загального рівня безпеки руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською пропонується розглянути виконання кількох заходів:

- а) підвищення безпеки пішохідного руху;
 - приведення у відповідність до вимог обладнання двох нерегульованих пішохідних переходів;
 - встановлення пішохідної огорожі для запобігання виходу пішоходів на перехрестя перед забудовою банку;
- б) заборона ряду маневрів автомобільних транспортних засобів на перехресті;
- в) каналізування руху транспортних потоків на перехресті;
- г) усунення недоліків у використанні дорожніх знаків;
- д) використання дорожньої розмітки.

Ці заходи призведуть до певних змін в загальній схемі організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

2.2 Удосконалення складових організації дорожнього руху

2.2.1 Заборона ряду маневрів автомобільних транспортних засобів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

З метою підвищення безпеки руху на перехресті пропонується заборонити ряд маневрів транспортних засобів на ньому, а саме:

- рух прямо й ліворуч з вулиці Квітучої;
- рух прямо й ліворуч з Дніпровського шосе при підході від вулиці Піщаної.

Заборону певних маневрів на мережі вулиць і доріг доволі складно реалізувати, якщо об'єми руху в цих напрямках є значними. В нашому випадку об'єми руху дуже незначні (сумарно за три години спостереження):

- рух прямо з вулиці Квітучої – 4 од/3 год;
- рух ліворуч з вулиці Квітучої – 12 од/3 год;
- рух прямо з Дніпровського шосе (від вул. Піщаної) – 1 од/3 год;
- рух ліворуч з Дніпровського шосе (від вул. Піщаної) – 13 од/3 год.

Щоб оцінити вплив цих маневрів на потенційну складність перехрестя, була використана методика, описана в п. 1.3.1. На рисунку 2.1 наведені конфліктні точки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською після заборони означених вище маневрів.

У відповідності до рисунку 2.1, на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською будуть наступні конфліктні точки в кількості:

- точки відхилення – 6;
- точки злиття – 5;
- точки перетину – 5.

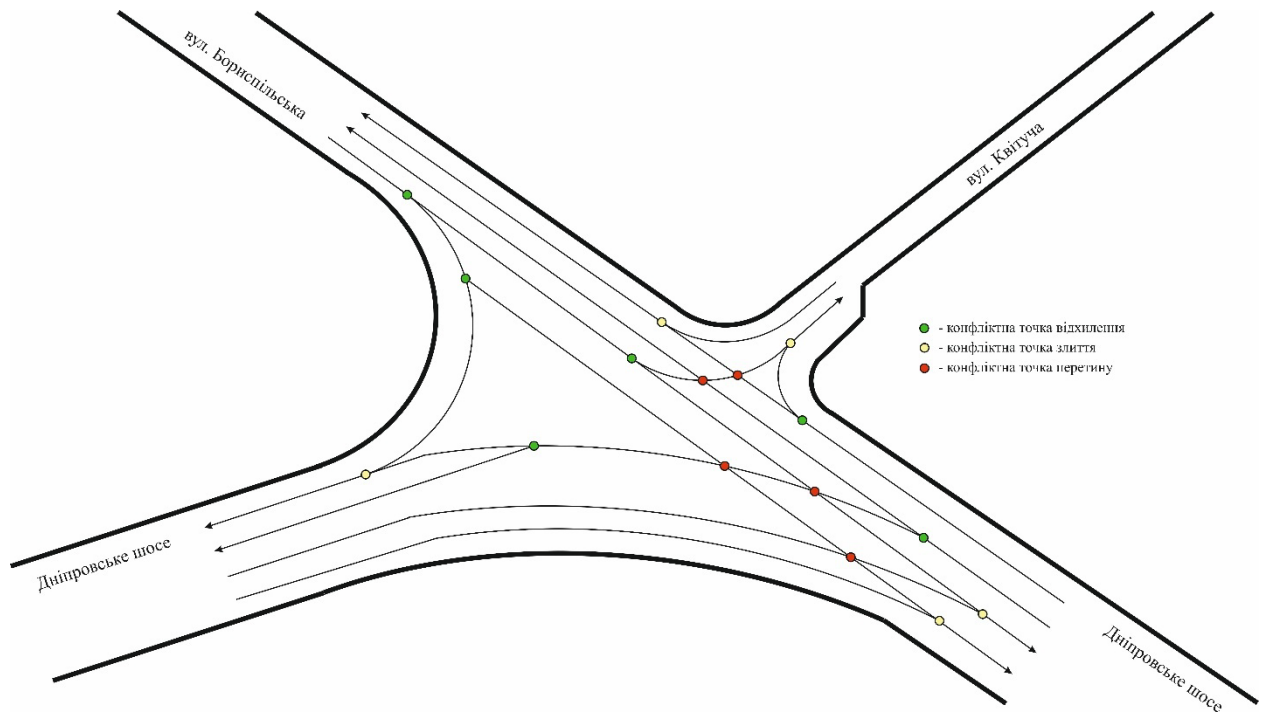


Рисунок 2.1 – Конфліктні точки на перехресті при новій організації руху

Потенційний показник складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською:

$$m = 6 + 5 \cdot 3 + 5 \cdot 5 = 46.$$

Після впровадження заборони означених маневрів потенційний показник складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською зменшиться з 192 до 46 й перехрестя буде мати не дуже велику (як зараз) а середню потенційну складність.

Реалізацію заборони означених маневрів з вулиці Квітучої планується використанням дорожнього знаку 4.2 «Рух праворуч», який наведений на рисунку 2.2.

Дорожній знак 4.2 «Рух праворуч» фактично забороняє інші маневри, окрім зазначеного.



Рисунок 2.2 – Дорожній знак 4.2 «Рух праворуч»

Реалізацію заборони означених маневрів з Дніпровського шосе на підході від вулиці Піщаної планується використанням двох дорожніх знаків 5.18 «Напрямок руху по смузі», який наведений на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – 5.18 «Напрямок руху по смузі»

Дорожній знак 5.18 «Напрямок руху по смузі» зазначає той напрямок руху, яким можна рухатися. Розташовується такий знак безпосередньо над смугою руху транспортного потоку. Такий знак буде розміщений над обома смугами, що фактично легалізує виконання повороту праворуч із другої смуги руху.

Використання запропонованих заходів на новій схемі організації руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською можливо побачити на рисунку 2.11.

2.2.2 Каналізування руху транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

Під каналізуванням руху в системі організації дорожнього руху розуміють комплекс заходів, які направлені на реалізацію примусового спрямування руху автомобільного транспорту траєкторіями, які є найбезпечнішими. Цей комплекс заходів допомагає водіям автомобільних транспортних засобів, спрощуючи орієнтування у просторі, сприяючи налагодженню їх взаємодії на складних за геометрією перехрестях та в місцях мережі вулиць і доріг, де наявна значна площа проїжджої частини [4].

Існують декілька засобів каналізування. Найпростішим є звичайна горизонтальна дорожня розмітка. Поділ проїжджої частини на смуги руху, який вона виконує, дуже спрощує вибір траєкторій руху водіями автомобільних транспортних засобів. Застосування дорожньої розмітки значно зменшує вірогідність хаотичного маневрування, що, в свою чергу, підвищує пропускну спроможність дорожньої ділянки й загальний рівень безпеки на ній [4].

Доволі часто для каналізування руху використовують направляючі пристрої різного типу. Направляючі пристрої представляють собою різноманітні конструкції, які призначені для спрямування потоку автомобільних транспортних засобів за необхідною траєкторією. Це можуть бути конуси, стовпчики, бар'єри, тощо. Можуть використовуватися як тимчасово, так і постійно й розділяти потоки на ділянках мережі із значними об'ємами руху чи на особливо складних перехрестях [4].

Використання будь-яких засобів каналізування суттєво покращують орієнтування водіїв, бо коли на дорозі мають місце чітко визначені смуги подальшого руху, кількість помилок водіїв через неправильний вибір подальшої траєкторії руху знижується. Цей фактор бачиться особливо важливим на великих перехрестях і площах.

Відмічено, що при використанні каналізування руху в місцях мережі вулиць і доріг із значною площею проїжджої частини, завдяки визначеним траєкторіям руху, знижується кількість дорожньо-транспортних пригод.

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською спостерігається загальна складність орієнтування водіїв. Саме цим аспектом визначається доволі велика кількість зіткнень автомобільних транспортних засобів на перехресті. Каналізування дасть змогу значно підвищити загальний рівень безпеки на цьому перехресті.

Каналізування поворотних потоків Дніпровським шосе пропонується виконати з використанням дорожньої розмітки 1.7, приклад якої представлений на рисунку 2.4, дорожньої розмітки 1.16.1-1.16.3, приклад якої представлений на рисунку 2.5.

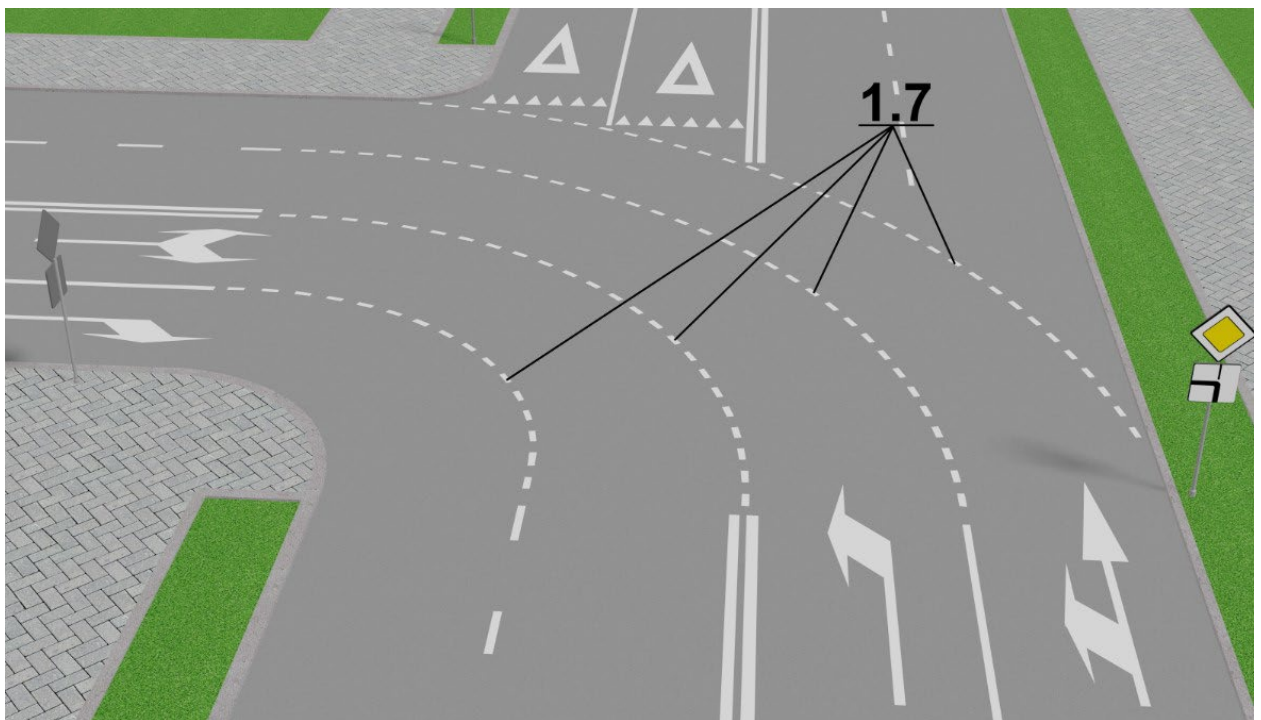


Рисунок 2.4 – Дорожня розмітка 1.7

Виконання каналізування руху за допомогою дорожньої розмітки показано на новій схемі організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською (див. рис 2.11)

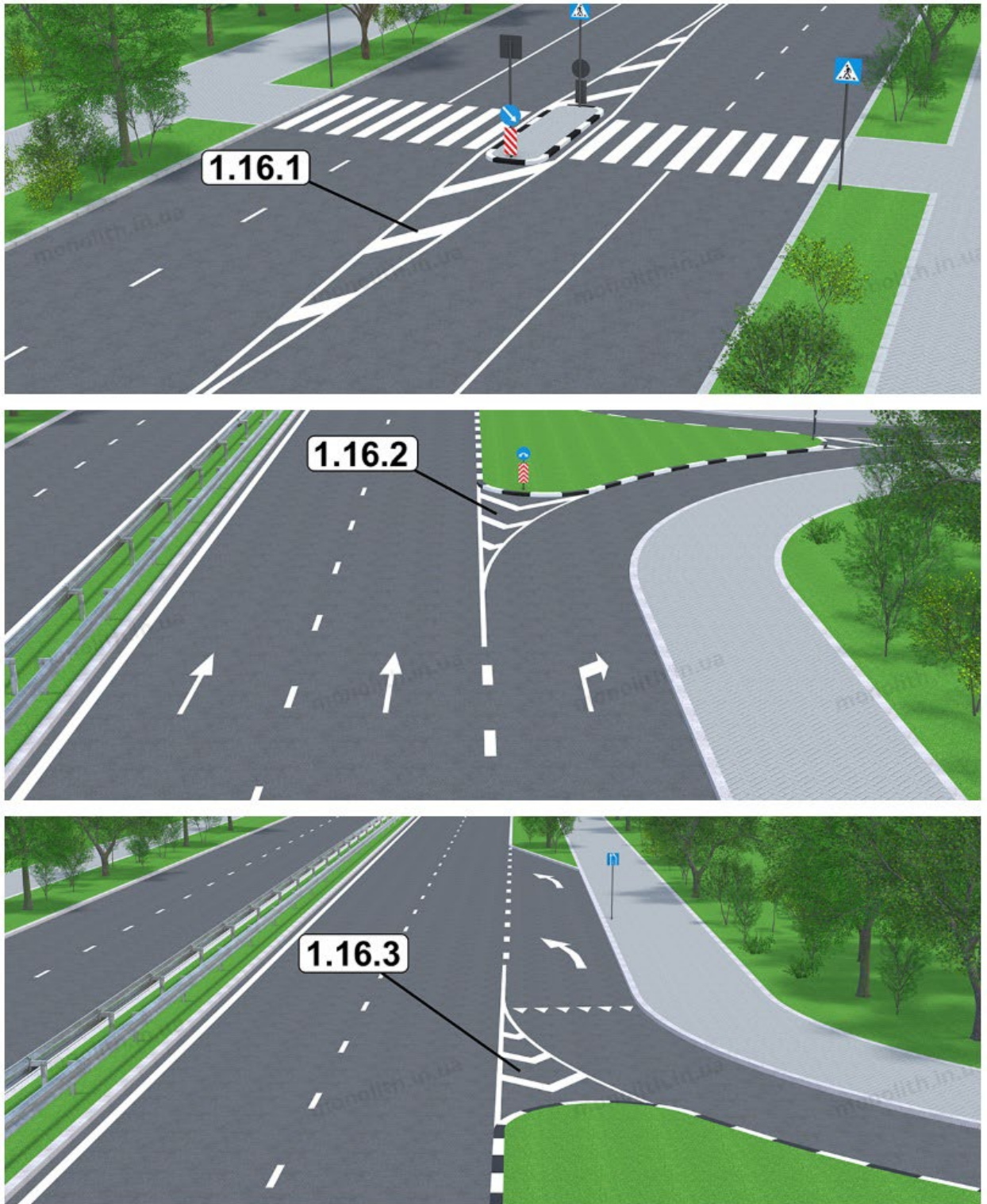


Рисунок 2.5 – Дорожня розмітка 1.16.1 – 1.16.3

2.2.3 Підвищення безпеки пішохідного руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

2.2.3.1 Приведення у відповідність до вимог обладнання пішохідних переходів

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською в існуючій схемі організації дорожнього руху наявні два нерегульовані пішохідні переходи через проїжджу частину.

З метою підвищення безпеки руху й виконання вимог [1] необхідно виконати додаткове облаштування цих нерегульованих пішохідних переходів.

Згідно [1] пішохідним переходом є спеціальна дорожня споруда чи частина проїжджої частини, яка призначена для переходу вулиці чи дороги пішоходами. Пішохідний перехід повинний бути відповідно позначений дорожніми знаками й дорожньою розміткою.

Для позначення нерегульованих пішохідних переходів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською не вистачає трьох знаків 5.38.2 «Пішохідний перехід» (див. рис. 2.6) у відповідності до вимог [1].



Рисунок 2.6 Дорожній знак 5.38.2 «Пішохідний перехід»

Дорожні знаки «Пішохідний перехід» позначають місце початку та кінця організованого пішохідного переходу. Відрізняються один від одного місцем встановлення. Так знак 5.38.1 встановлюється праворуч від проїжджої частини по напрямку руху транспортного потоку й позначає початок зони пішохідного

переходу (на перехресті вони наявні). Знак 5.38.2 ж встановлюється ліворуч й позначає кінець зони пішохідного переходу.

Для позначення пішохідного переходу пропонується використання дорожньої розмітки 1.14.1 (див. рис. 2.7) загальною шириною 2,5 м у відповідності до вимог [6].

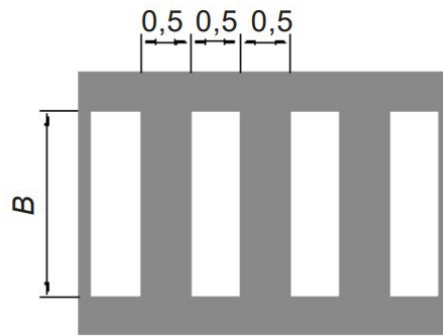


Рисунок 2.7 – Дорожня розмітка 1.14.1

Дорожня розмітка 1.14.1 фактично позначає зону пішохідного переходу на проїжджій частині.

Запропоновані зміни в обладнанні пішохідних переходів, їх розташування та позначення можна побачити на загальній схемі організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, яка наведена на рисунку 2.11.

2.2.3.2 Запобігання виходу пішоходів на перехрестя перед забудовою банку

Найпростішим способом запобігти руху пішоходів через проїжджу частину бачиться використання спеціальної пішохідної огорожі. Така огорожа фізично унеможлиблює 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 [7].

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) [7].

Приклади пішохідних огорожень підгрупи С2, які пропонується використати в районі перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською наведені на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Приклади пішохідної огорожі підгрупи С2

Встановлення пішохідної огорожі планується повздовж банківської забудови, де спостерігаються спроби водіїв автомобілів, залишивши їх на перехресті, потрапити до банку. Загальна довжина пішохідної огорожі, яку потрібно встановити, складає 50 м. Схему встановлення пішохідної огорожі можна побачити на новій схемі організації руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, яка наведена на рисунку 2.11.

2.2.4 Використання дорожніх знаків для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

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 пунктах 2.2.1 та 2.2.3.1 описана необхідність використання додаткових дорожніх знаків. Крім цього на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською планується встановити два дорожні знаки 2.3 «Головна дорога» (див. рис. 2.9) із табличками 7.8 «Напрямок головної дороги» (див. рис. 2.10).

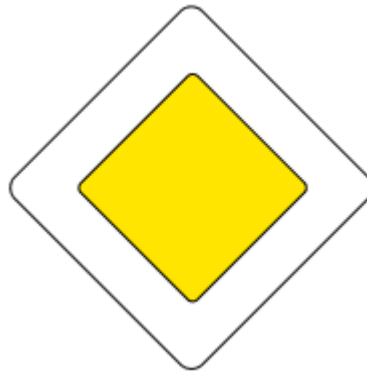


Рисунок 2.9 – Дорожній знак 2.3 «Головна дорога»

Дорожній знак 2.3 «Головна дорога» визначає право на виконання першочергового проїзду нерегульованих перехресть й буде в нагоді при роботі світлофорів в режимі жовтого миготіння.








Рисунок 2.10 – Дорожня табличка 7.8 «Напрямок головної дороги»

Дорожня табличка 7.8 «Напрямок головної дороги» вказує, яким чином на перехресті проходить головна дорога.

В таблиці 2.1 приведена відомість дорожніх знаків, які потрібно встановити на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

Таблиця 2.1 – Дорожні знаки, які потрібно встановити

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість
Встановлення			
2.3	Головна дорога		2
4.2	Рух праворуч		1
5.18	Напрямок руху по смугах		2
5.38.2	Пішохідний перехід		3
7.8	Напрямок головної дороги		2

Використання дорожніх знаків можливо побачити на новій схемі організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, яка наведена на рисунку 2.11













2.2.5 Використання дорожньої розмітки для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

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 [6].

В таблиці 2.2 наведена відомість дорожньої розмітки, яку потрібно нанести на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

Таблиця 2.2 – Дорожня розмітка, яку потрібно нанести

№ розмітки	Вид розмітки	Кількість, м ²
1.1		9,6
1.3		5,0
1.5		3,2
1.6		1,7
1.7		4,6
1.12		42
1.13		4,4
1.14.1		72
1.16.1		9,5
1.16.2		9,5
1.16.3		9,5
1.20		13,5

2.2.6 Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

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 дорожнього 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 2.11 представлена нова удосконалена схема організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

Запропоновані в новій схемі зміни повинні підвищити загальний рівень безпеки дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

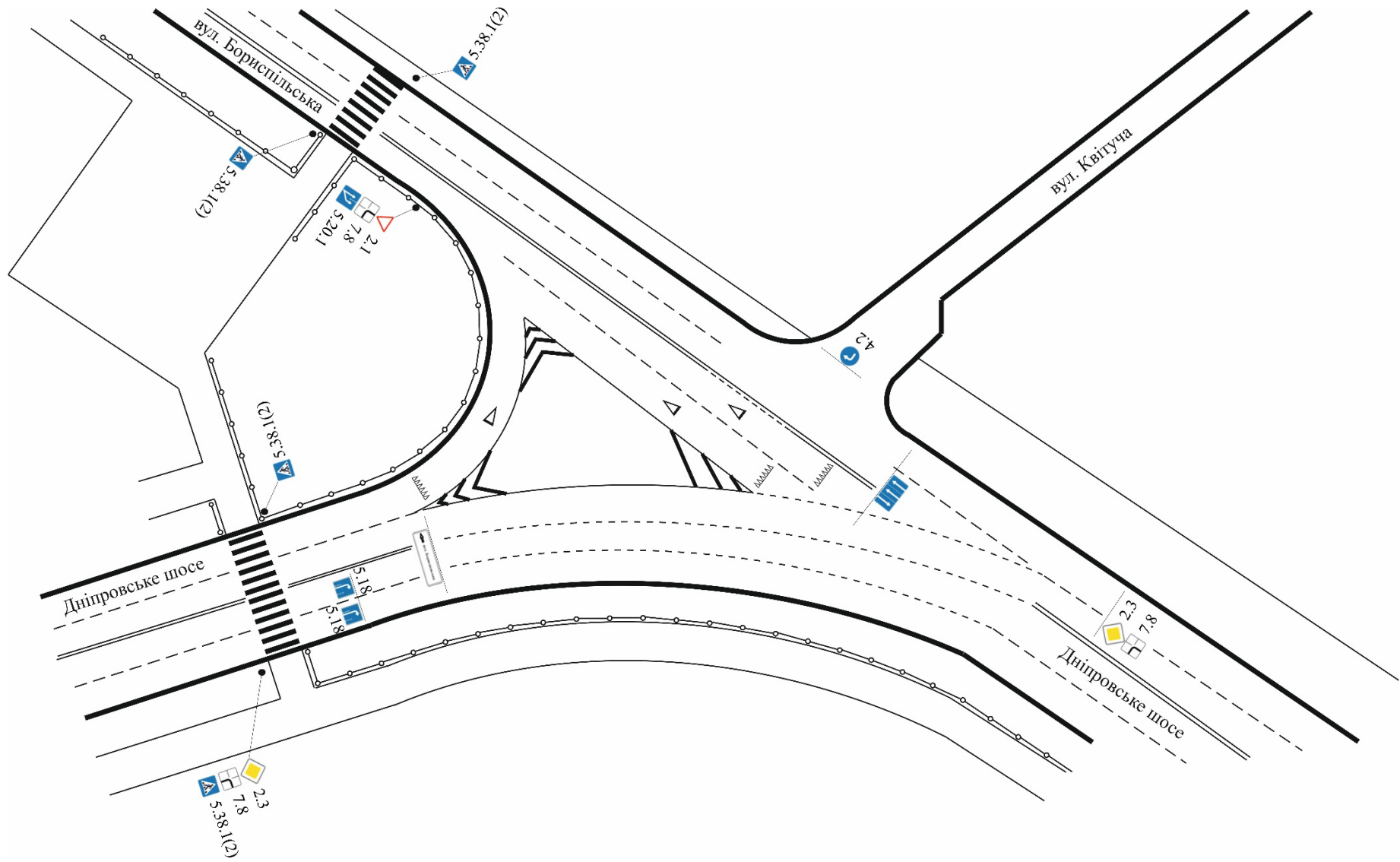


Рисунок 2.11 – Оновлена схема організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

З метою підвищення загального рівня безпеки руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською в магістерській роботі пропонується виконання ряду заходів, для реалізації яких потрібні фінансові витрати:

- встановлення пішохідної огорожі типу С2;
- встановлення додаткових дорожніх знаків;
- нанесення відповідної дорожньої розмітки.

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

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

де K_{oz} – розмір коштів для придбання та встановлення пішохідної огорожі типу С2, грн.;

K_{zn} – розмір коштів для придбання кількох дорожніх знаків й виконання робіт зі встановлення цих знаків, грн.

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

$$K_{oz} = L_{oz} \cdot C_{oz} , \quad (3.2)$$

де L_{oz} – необхідна довжина зони, де потрібно встановити пішохідну огорожу, м. (згідно даних п. 2.2.3.2 $L_{oz} = 50$ м.);

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

$$K_{oz} = 50 \cdot (1224 + 465) = 84450 \text{ грн.}$$

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






$$K_{zn} = C_{zn} + C_{вст.зн} \quad (3.3)$$

де C_{zn} – кошти на придбання дорожніх знаків, грн.;

$C_{вст.зн}$ – кошти на проведення робіт зі встановлення дорожніх знаків, грн.

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

Таблиця 3.1 – Відомість дорожніх знаків, які потрібно встановити

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість	Ціна од-ного знаку	Вартість роботи
2.3	Головна дорога		2	972	1944
4.2	Рух праворуч		1	972	972
5.18	Напрямок руху по смугах		2	972	1944
5.38.2	Пішохідний перехід		4	972	3888
7.8	Напрямок головної дороги		2	972	1944
	Всього		11		10692

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

$$C_{вст.зн} = C_{1zn} \cdot N_{zn} , \quad (3.4)$$

де C_{13H} – кошти на встановлення одиниці дорожнього знаку;
 N_{3H} – кількість знаків певного типу.

$$C_{вст.3H} = 184 \cdot 11 = 2024 \text{ грн.}$$

$$K_{3H} = 10692 + 2024 = 12716 \text{ грн.}$$

Розмір коштів, які необхідні для реалізації всіх зазначених заходів:

$$K = 84450 + 12716 = 97166 \text{ грн.}$$

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

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

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

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

$$C_p = \frac{K_B \cdot n_p}{100} \text{ ,} \quad (3.6)$$

де K_B – вартість пішохідної огорожі та дорожніх знаків, грн.;
 n_p – нормативне значення відрахувань, %.

$$C_p = \frac{97166 \cdot 5}{100} = 4859 \text{ грн.}$$

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

$$C_a = \frac{K_6 \cdot n_a}{100}, \quad (3.7)$$

де n_a – нормативне значення відрахувань, %.

$$C_a = \frac{97166 \cdot 24}{100} = 23320 \text{ грн.}$$

Розмір коштів на експлуатацію засобів організації дорожнього руху:



$$C_{\text{експл}} = 4859 + 23320 = 28179 \text{ грн.}$$

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		9,6	354	3398
1.3		5,0		1770
1.5		3,2		1133
1.6		1,7		602
1.7		4,6		1628
1.12		42		14868

Кінець таблиці 3.2

№ розмітки	Вид розмітки	Кількість, м ²	Ціна 1 м ²	Вартість, грн
1.13		4,4		1558
1.14.1		72		25488
1.16.1		9,5		3363
1.16.2		9,5		3363
1.16.3		9,5		3363
1.20		13,5		4779
Всього		184,5		65313

Розмір коштів, які складають поточні витрати:

$$C_{\text{поточ}} = 28179 + 65313 = 93492 \text{ грн.}$$

Запропоновані в магістерській роботі заходи повинні привести до підвищення рівня безпеки руху в наслідок зменшення кількості ДТП. Цей фактор призведе до певної економії коштів, яку можливо визначити наступним чином, грн. [3]:

$$E = \Delta C_{\text{дтп}} - C_{\text{ном}}, \quad (3.8)$$

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

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською за останні три роки було скоєно 26 ДТП, в яких 4 людини загинули й 6 отримали поранення різної тяжкості. Гроші, які втрачаються від ДТП за рік можливо розрахувати наступним чином, грн. [3]:

$$C_{\text{дтп}}^{\text{існ}} = \frac{K_3 \cdot C_3 + K_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}} + K_{\text{м}} \cdot C_{\text{м}}}{3}, \quad (3.9)$$

де $K_з, K_п, K_м$ – кількість ДТП із загиблими, пораненими людьми та матеріальними збитками;

$Ц_з, Ц_п, Ц_м$ – гроші, які втрачаються від ДТП із різними наслідками, грн.

Гроші, які втрачаються від ДТП із різними наслідками:

- $Ц_з = 500000$ грн;
- $Ц_п = 250000$ грн;
- $Ц_м = 130000$ грн.

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = \frac{4 \cdot 500000 + 6 \cdot 250000 + 16 \cdot 130000}{3} = 1860000 \text{ грн.}$$

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 3.3 наведені коефіцієнти зниження для обраних заходів.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти зниження витрат від ДТП [3]

Заходи для підвищення безпеки руху	Коефіцієнт
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]:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1)(1 - k_2)(1 - k_3) \dots (1 - k_n), \quad (3.10)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,35)(1 - 0,15)(1 - 0,23) = 0,575.$$

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

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = \Delta k \cdot C_{\text{ДТП}}^i \quad (3.11)$$

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = 0,575 \cdot 1860000 = 1069500 \text{ грн.}$$

Очікувана економія коштів:

$$E = 1069500 - 93492 = 976008 \text{ грн.}$$

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

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{E_t - K_t - C_t}{(1+i)^t} \quad , \quad (3.12)$$

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 цю умови, виконані розрахунки зведені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок чистого дисконтованого прибутку

Рік t	Економія, грн	Запозичені кошти, грн	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований прибуток
0	976008	97166	1	878842
1	927207	-	0,8065	747792
2	880847	-	0,6504	572903
3	836804	-	0,5245	438904
Всього				2638441

В таблиці 3.5 надані всі основні економічні показники.

Таблиця 3.5 – Основні економічні показники

Показник	Значення	
	зараз	після заходів
1. Запозичені кошти для реалізації заходів, грн.	-	97166
2. Кошти, втрачені від ДТП, грн.	1860000	790500
3. Економія втрати коштів від ДТП, грн.	-	1069500
4. Кошти поточних витрат, грн.	-	93493
5. Загальна економія коштів за рік, грн.	-	976008
6. Чистий дисконтований прибуток, грн.	-	2638441
7. Строк окупності запозичених коштів, років	-	1

Прийнятні дані економічних розрахунків підтверджують можливість виконання розроблених заходів для підвищення рівня безпеки руху автомобільних транспортних засобів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

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 на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською.

Перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською 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 Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською, 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 заборона певних маневрів на перехресті, каналізування руху транспортних потоків та приведення до існуючих вимог обладнання двох пішохідних переходів. Для припинення пішохідного руху через проїжджу частину перехрестя запропоновано використання пішохідної огорожі. Передбачене встановлення кількох нових дорожніх знаків.

Розроблена нова схема організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Бориспільською із врахуванням всіх зазначених вище заходів.

Економічні розрахунки підтвердили доцільність прийнятих рішень, при реалізації яких річна економія складе 900 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: 18.09.2024).
2. ДСТУ 4092-2002 Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=24575 (дата звернення: 20.09.2024).
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. ДСТУ 4092-2002 Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки. URL: https://dnaop.com/html/40982/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_4092-2002 (дата звернення: 08.10.2024).
6. 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: 21.10.2024).
7. 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: 18.11.2024).

ДОДАТОК А

Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання ураження електричним струмом, необхідно всі дроти, що підходять до ПК та до адаптерів, згорнути у спеціальні ізолюючі вкриття. Розташувати їх на стіні, або на полу. Це не дасть можливості пошкодження дротів механічно.

Необхідно враховувати, що будь-який персональний комп'ютер, допоміжне обладнання та периферійні пристрої які експлуатуються разом з ним (принтер, сканер, модем) є електроустановками які живляться напругою до 1000 В й на них і на все, що пов'язано з їх експлуатацією в повній мірі поширюються вимоги електробезпеки.

Тому з метою забезпечення безпеки, як користувачів, так і обслуговуючого персоналу комп'ютерів, при їх експлуатації в приміщеннях (лабораторіях) обладнаних комп'ютерами, повинні бути повністю дотримані вимоги електробезпеки ДСТУ 7237:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту».

Рівні електромагнітних випромінювань моніторів, що вважаються безпечними для здоров'я, регламентуються нормами MPR 11 1990:10 Шведського національного комітету по вимірах і випробуванням. Ці значення рівнів вважаються базовими. Українські нормативні документи повністю збігаються в частині рівнів ЕМІ з вимогами MPR 11.

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Джерелом електростатичного поля є позитивний потенціал, який подається на внутрішню поверхню екрана монітора для прискорення електронного променя.

Напруженість поля для кольорових дисплеїв може досягати 18 кВ. Тому із зовнішньої сторони до екрана притягаються з повітря негативні частинки, які при нормальній вологості мають певну провідність.

Якщо зовнішня поверхня екрана заземлена, його електростатичний потенціал знижується: при сухому повітрі на 50%, при вологому більш ніж на 50%. Для зменшення впливу принтера, треба винести його в інше приміщення.

У виробничих приміщеннях, на робочих місцях з комп'ютерною технікою забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості переміщення повітря, для легкої роботи категорій 1б, згідно вимог ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», наведених у таблиці А.1.

Таблиця А.1 - Норми мікроклімату для приміщень з комп'ютерною технікою

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С, не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легкая –1а	22-24	40-60	0,1
	легкая –1б	21-23	40-60	0.1
Тепла	легкая –1а	23-25	40-60	0.1
	легкая –1б	22-24	40-60	0.2

Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях з ПК повинні бути передбачені системи вентиляції, кондиціонування та опалення, згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

При виборі системи вентиляції, необхідно врахувати, що в приміщеннях з комп'ютерною технікою повинен бути забезпечений 3-х кратний повітрообмін за годину.

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 В.1.

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до таблиці В.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)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії <i>год.(хв.)</i>	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	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, $Z_{ор}$	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	102	5	60	—	3.3	1,88
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	240	8	290	0,83	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	55000	8	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	83	8	75	1,11		
Тривалість робочого дня, <i>год.</i>	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, $K_{знач} = 1,0$

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

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

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

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

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

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

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

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, 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 $P_{\text{вим}} = 250$ 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 $P_{\text{вим}} = 102$ 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 $X_{\text{визн}}$ за формулою 7.3 [1]:

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

З таблиці 7.3 [1] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,46$ – 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 В.1:

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

- 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 – $X_{\text{см}} = X_i = 1$;

- 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]:

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

- 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 заводській 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 – $E = 300$ 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 кондиціонування 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 з пожежної безпеки

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії що обладнане ПК має площу 35 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не повинна перевищувати 10 м.