

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 ЩАСЛИВОЇ 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)»



Владислав НІКІТІН

(прізвище та ініціали)

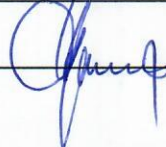
Керівник



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)

НІКІТІНА Владислава Ігоровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

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


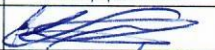




3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча вулично-дорожня мережа, існуючі характеристики транспортних та пішохідних потоків, існуюча схема організації дорожнього руху

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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, 2.2 Удосконалення складових організації дорожнього руху, 2.3 Удосконалення роботи світлофорного об'єкту на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, 2.4 Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, 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 проекту (роботи)

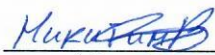
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	КОТОВ О.Б., професор		
2	КОТОВ О.Б., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (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)

Владислав НІКІТІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Олексій КОТОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 79 стор., 23 табл., 28 рис., 7 використаних джерел.

ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНА ПРИГОДА, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, КАНАЛІЗУВАННЯ РУХУ, ПЕРЕХРЕСТЯ, ПОТЕНЦІЙНА СКЛАДНІСТЬ ПЕРЕХРЕСТЯ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ, СВІТЛОФОРНИЙ ОБ'ЄКТ, СХЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ХАРАКТЕРИСТИКИ РУХУ, ЦИКЛОГРАМА

Об'єкт дослідження – перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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.

Запропонований ряд заходів з підвищення безпеки руху транспортних та пішохідних потоків. Зроблений розрахунок додаткових програм роботи світлофорів.

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 Щасливою.....	8
1.2 Організація управління дорожнім рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	11
1.3 Оцінка рівня небезпеки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	15
1.3.1 Оцінка потенційної складності перехрестя.....	15
1.3.2 Статистичний аналіз дорожньо-транспортних пригод на перехресті.....	17
1.4 Дослідження характеристик транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	21
1.4.1 Дослідження об’ємів руху транспорту.....	21
1.4.2 Дослідження складу транспортних потоків.....	25
1.4.3 Дослідження швидкості руху транспорту.....	26
1.5 Дослідження організації пішохідного руху в межах перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	31
1.6 Розрахунок пропускних спроможностей перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	32
1.7 Формулювання завдань для вирішення в магістерській роботі...	35
2 Розрахункова частина.....	37

2.1 Шляхи усунення недоліків організації руху автомобільного транспорту на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	37
2.2 Удосконалення складових організації дорожнього руху.....	38
2.2.1 Підвищення безпеки руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою за допомогою каналізування.	38
2.2.2 Використання дорожніх знаків для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою....	40
2.2.3 Використання дорожньої розмітки для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою	41
2.3 Удосконалення роботи світлофорного об'єкту на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	42
2.3.1 Організація світлофорного регулювання в сучасних умовах.....	42
2.3.2 Розрахунок режимів світлофорного регулювання на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	46
2.4 Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.....	52
3 Економічна частина.....	55
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	65
Висновки.....	67
Перелік джерел посилання.....	68
Додаток А.....	69
Додаток Б.....	71
Додаток В.....	78

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 Щасливою. Це перехрестя розташоване в Дніпровському районі Запоріжжя і є одним з найскладніших перехресть. Підвищенню безпеки руху, питанням зниження затримок транспортних потоків в межах означеного перехрестя присвячена магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

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

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 Дніпровського району (див. рис. 1.1) міста Запоріжжя.

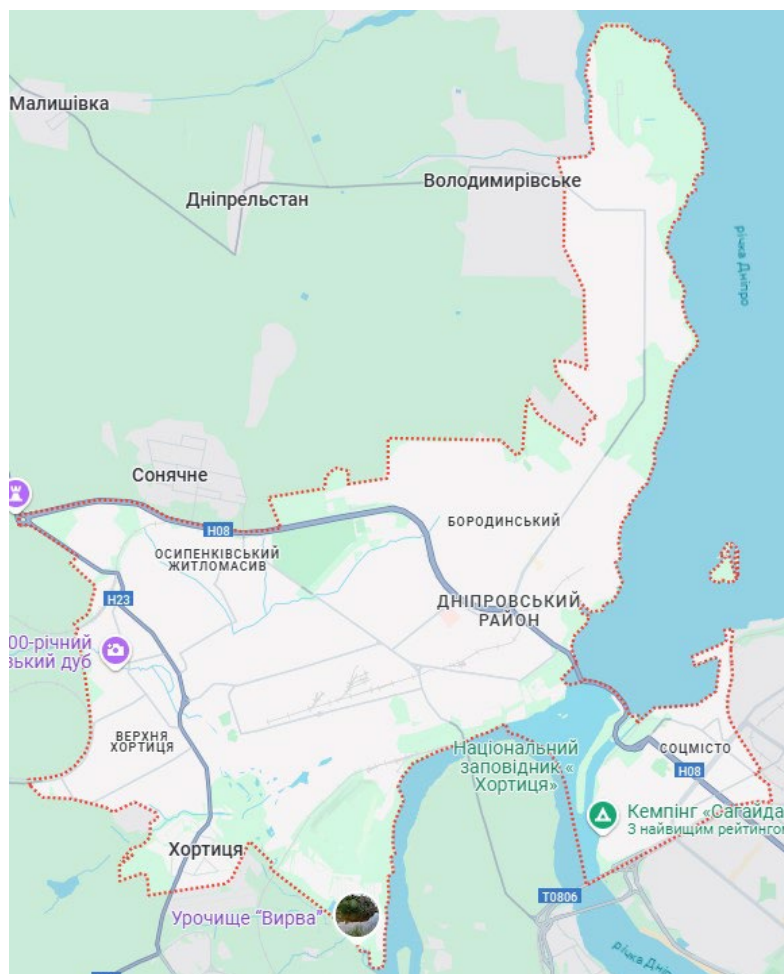


Рисунок 1.1 – Мапа Дніпровського району міста Запоріжжя

Перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою є одним з ключових перехресть центру Дніпровського району. Місце розташування перехрестя на вулично-дорожній мережі наведено на рисунках 1.2, 1.3.

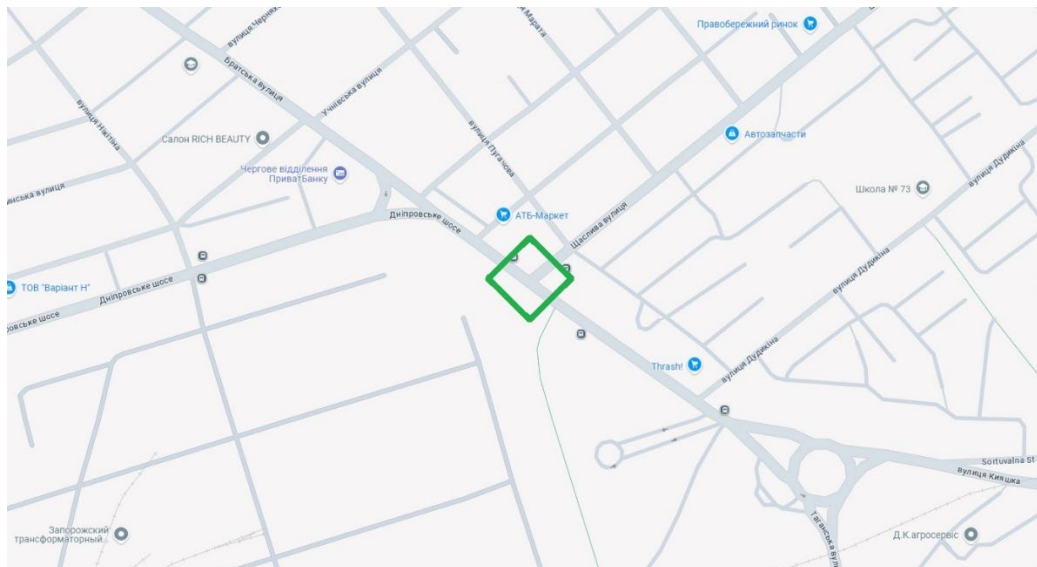


Рисунок 1.2 – Перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою на мережі району

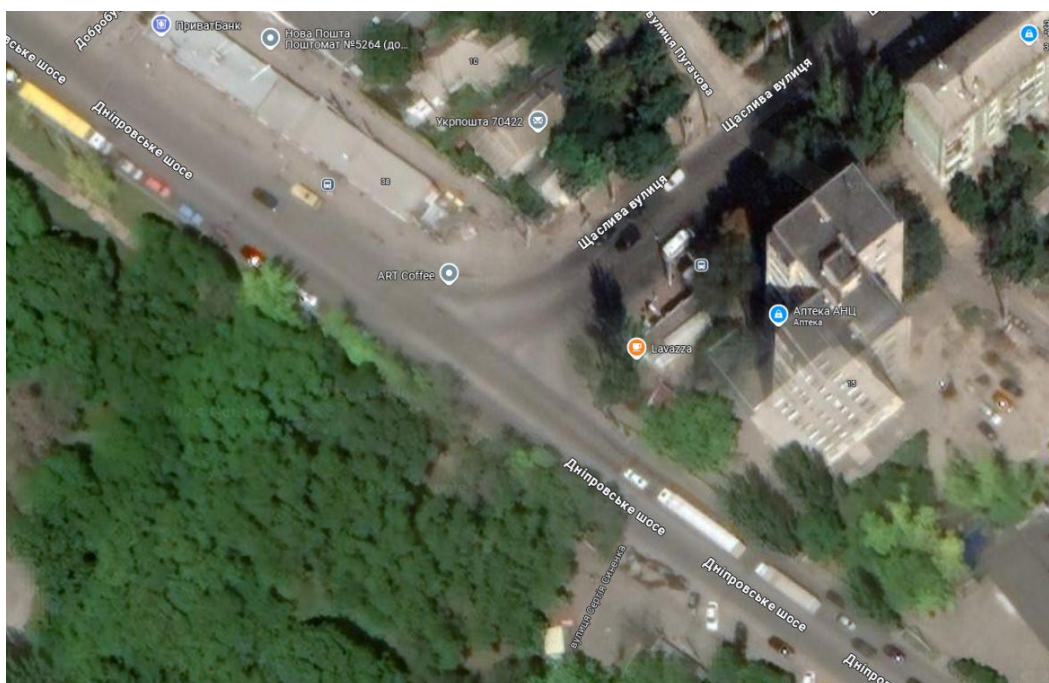


Рисунок 1.3 – Вид на перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою зверху

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою дозволено рух усіх типів автомобільних транспортних засобів. Мав місце й тролейбусний рух. 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 Щасливою має трьохбічну конфігурацію – вулиця Щаслива примикає до Дніпровського шосе майже під прямим кутом. 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 Щасливою від вулиці Бориспільської

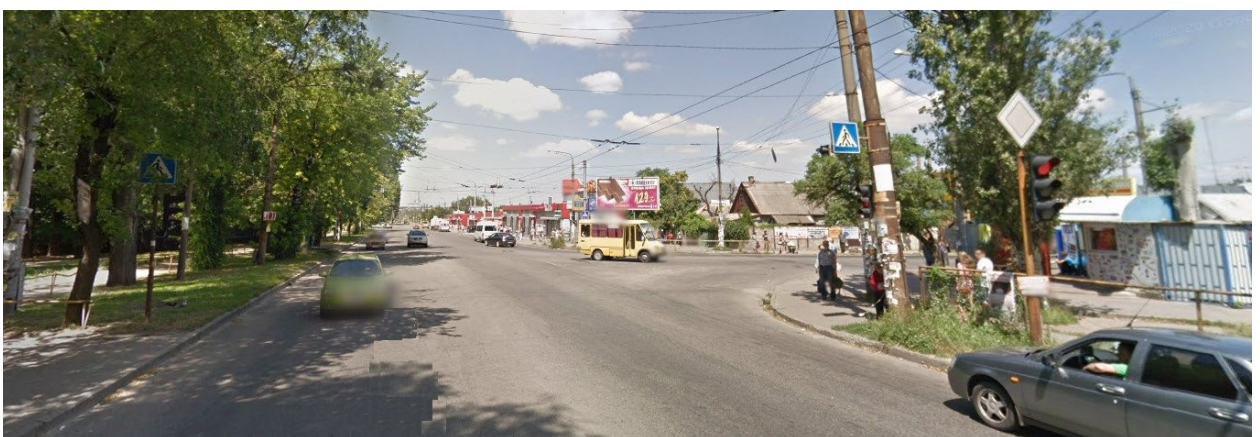


Рисунок 1.5 – Під’їзд до перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою від вулиці Дудикіна

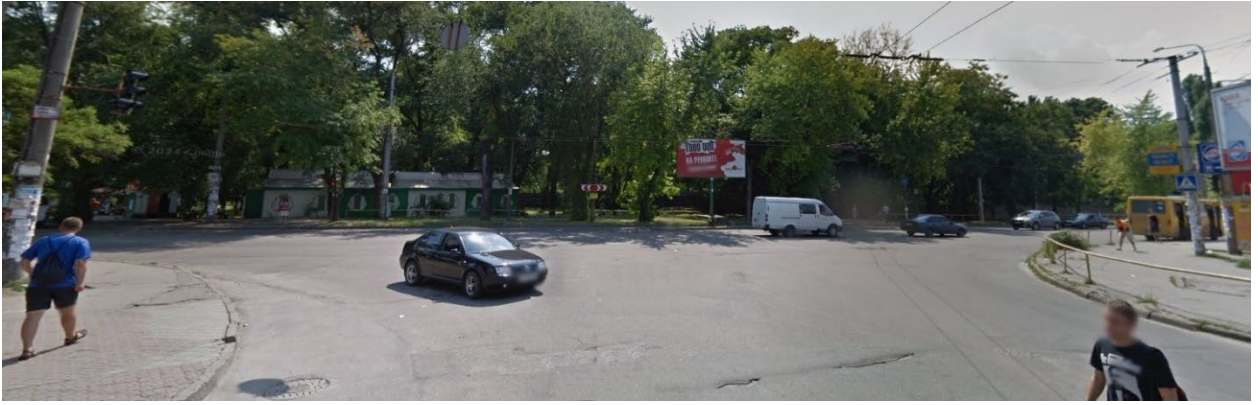


Рисунок 1.6 – Під’їзд до перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою по вулиці Щаслива

Дніпровське шосе має чотири смуги для руху автомобільних транспортних потоків, тобто по дві смуги для руху в кожному з напрямків, кожна з яких має ширину 4 м. Вулиця Щаслива дві смуги руху для руху автомобілів, але на підході до перехрестя за 50 м розширюється до трьох смуг – від перехрестя 1 смуга шириною 3,5 м і до перехрестя 2 смуги по 3 м шириною. Враховуючи можливий тролейбусний рух обома вулицями, умови є дуже стислими.

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

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою напрям головної дороги проходить по Дніпровському шосе. 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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою реалізоване з використанням дорожніх знаків, повний перелік яких наведений в таблиці 1.1.

Розташування наявних дорожніх знаків відповідає діючим нормам їх встановлення у відповідності до вимог [1] за винятком двох знаків 5.38.

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

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість
1.4.3	Напрямок повороту		1
2.1	Дати дорогу		1
2.3	Головна дорога		2
3.3	Рух вантажних автомобілів вантажопідйомністю 8т і більше заборонено		1
3.34	Зупинку заборонено		1
5.16	Напрямки руху по смугах		2
5.38.1	Пішохідний перехід		6
5.38.2	Пішохідний перехід		6
5.65.1	Назва об'єкта		1
7.3.1	Напрямок дії		1

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

Як вже відмічалось вище, перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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]. На перехресті Дніпровського шосе із ву-

лицею Щасливою наявні три фази регулювання. Це пов'язано із значним лівоповоротним потоком з Дніпровського шосе на вулицю Щасливу. Графічне зображення пофазового роз'їзду на перехресті наведено на рисунку 1.7.

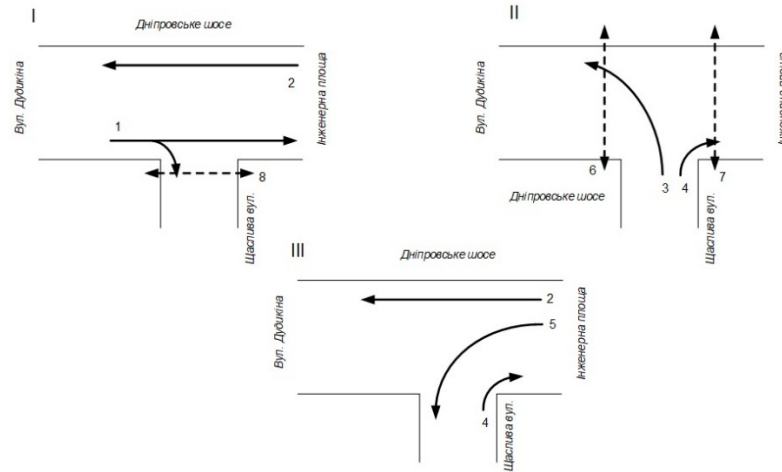


Рисунок 1.7 – Діючі фази регулювання

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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою складає 72 секунди. Режим регулювання представлений у вигляді циклограми, яка наведена на рисунку 1.8.

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 Щасливою наведена на рисунку 1.9.

1.3 Оцінка рівня небезпеки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

1.3.1 Оцінка потенційної складності перехрестя

Для оцінки наявної потенційної складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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 та пішоходів. 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 1.10 наведені можливі узагальнені групи конфліктних точок.

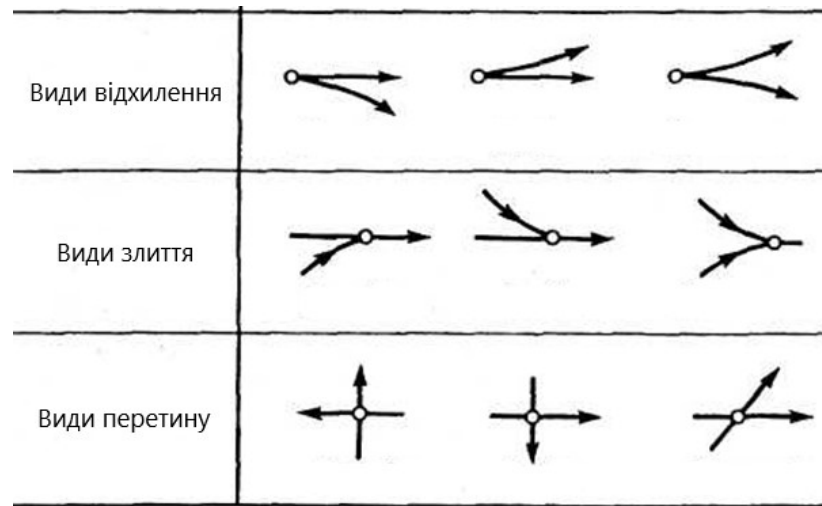


Рисунок 1.10 – Різновиди конфліктних точок [4]

Щоб скористатися п'ятибальною системою для оцінювання складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою були проаналізовані всі наявні траєкторії руху транспортних потоків на перехресті. Отримані конфліктні точки перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою наведені на рисунку 1.11.

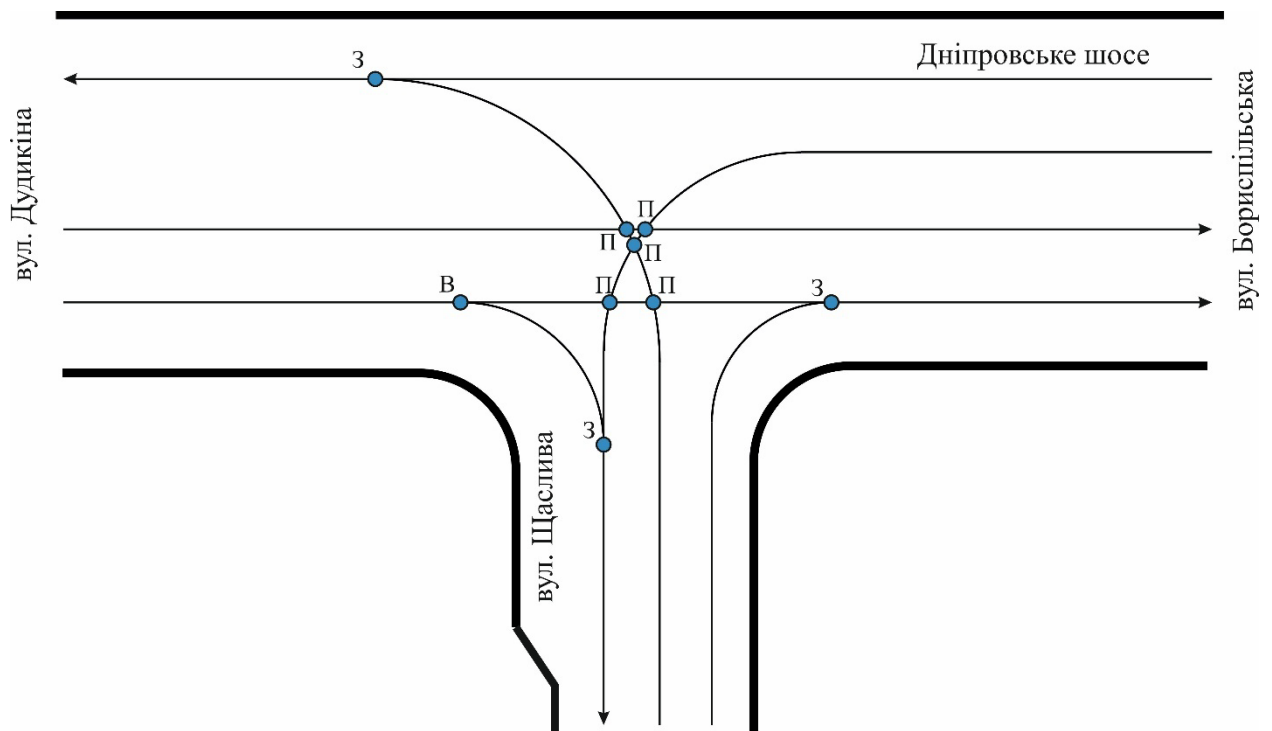


Рисунок 1.11 – Наявні конфліктні точки на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

У відповідності до рисунку 1.11, на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою спостерігаються різні конфліктні точки в кількості:

- точки відхилення – 1;
- точки злиття – 3;
- точки перетину – 5.

Потенційний показник складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою:

$$m = 1 + 3 \cdot 3 + 5 \cdot 5 = 35.$$

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 Щасливою є перехрестям із потенційною малою складністю.

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 Щасливою надана в таблиці 1.2 та на рисунку 1.12.

Таблиця 1.2 – Кількість дорожньо-транспортних пригод по роках

2021	2022	2023	Всього
14	11	13	38

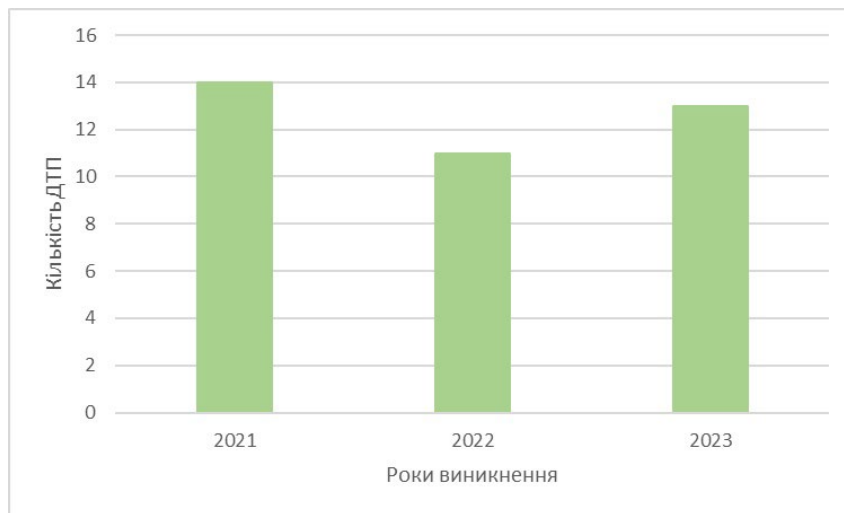


Рисунок 1.12 - Кількість дорожньо-транспортних пригод по роках

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою регулярно відбуваються дорожньо-транспортні пригоди й частка з них має значну тяжкість.

Тяжкість ДТП наведена в таблиці 1.3 та на рисунку 1.13.

Таблиця 1.3 – Тяжкість дорожньо-транспортних пригод по роках

Роки	Тяжкість ДТП		
	без постраждалих	з постраждалими	із загиблими
2021	9	3	2
2022	8	2	1
2023	8	4	1

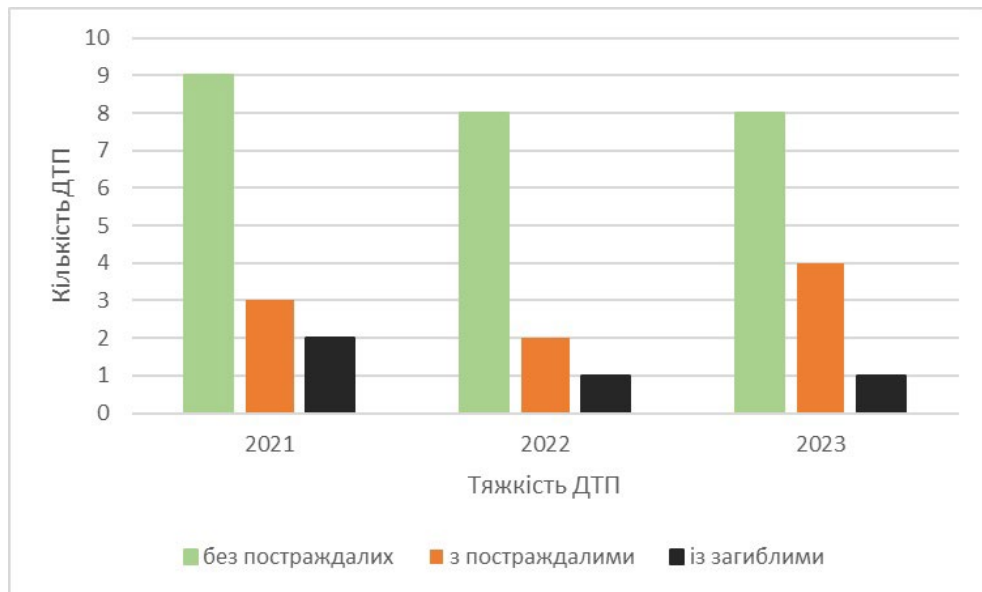


Рисунок 1.13 - Тяжкість дорожньо-транспортних пригод по роках

Статистичні дані про виниклі дорожньо-транспортні пригоди використовувалися для подальшого аналізу, результати якого наведені в таблиці 1.4 та на рисунку 1.14.

Таблиця 1.4 – Аналіз аварійності

Види ДТП					
зіткнення			наїзд на пішохода		
без постраждалих	з постраждалими	із загиблими	без постраждалих	з постраждалими	із загиблими
21	8	3	4	1	1



Рисунок 1.14 - Аналіз аварійності

Незважаючи на те, що перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою не є дуже складним, але 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, здебільшого пов'язаний із порушенням Правил дорожнього руху пішоходами. А ось зіткнення відбуваються через складну орієнтацію водіїв на перехресті та відсутність дорожньої розмітки.

Незважаючи на доволі невисоку оцінку складності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою в попередньому пункті, аналіз ДТП довів, що підвищення рівня безпеки руху на перехресті є дуже необхідним заходом.

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

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 1.15.

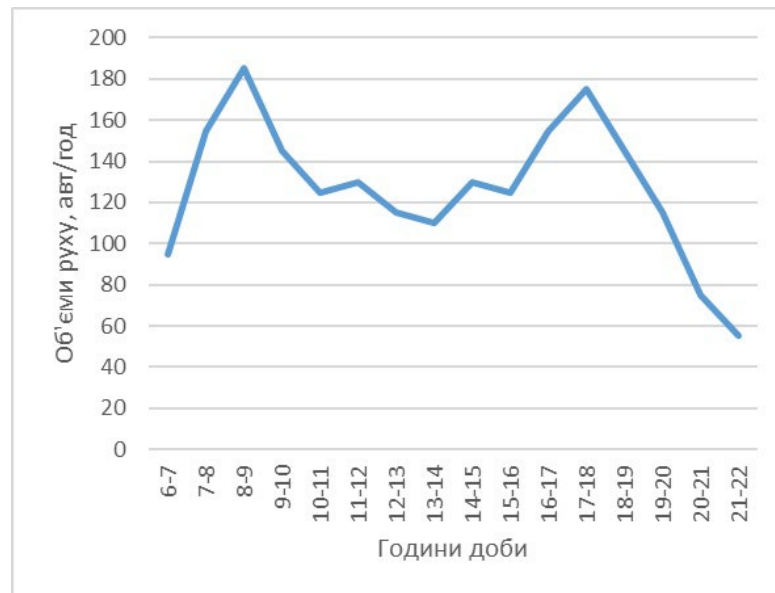


Рисунок 1.15 – Типовий графік зміни об'ємів руху за годинами доби [4]

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 Щасливою 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 1.16 наведені напрямки руху транспорту, на яких відбувалося дослідження.

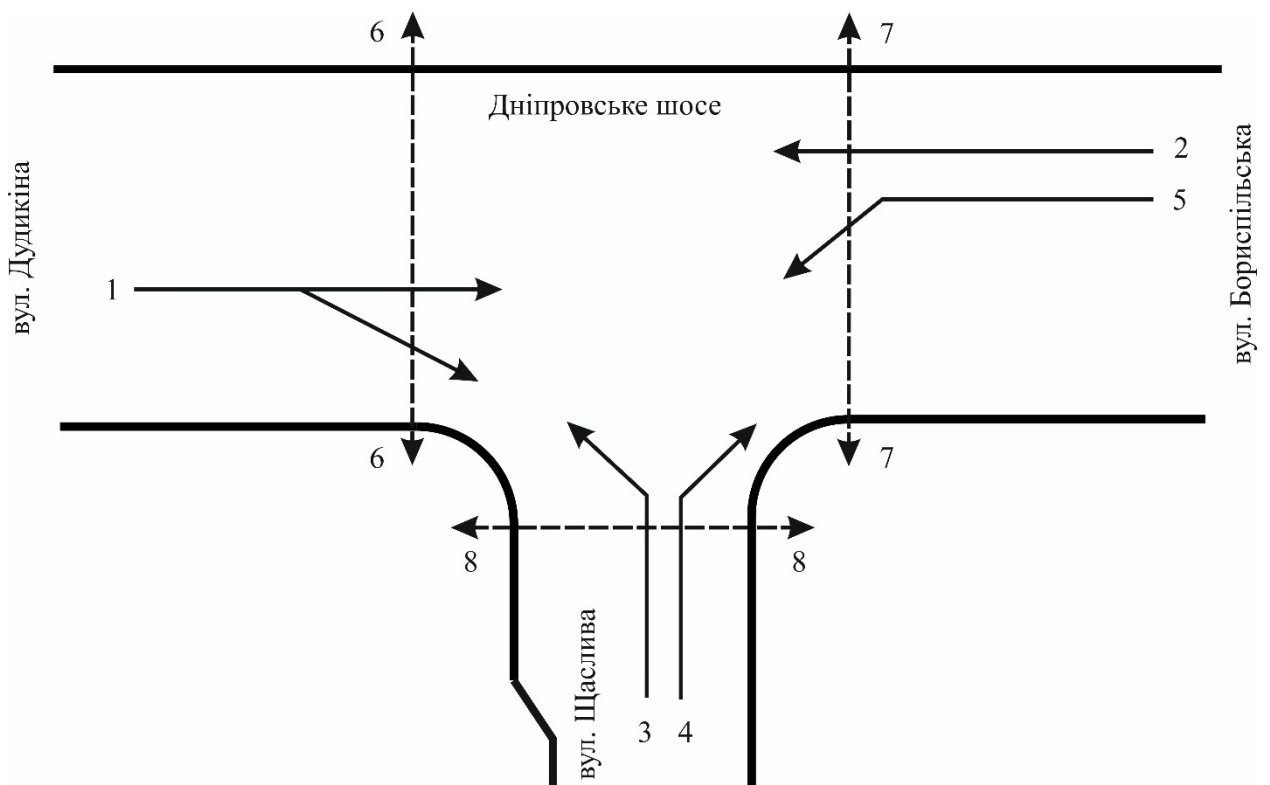


Рисунок 1.16 – Напрямки для дослідження об'ємів руху

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 1.17-1.19.

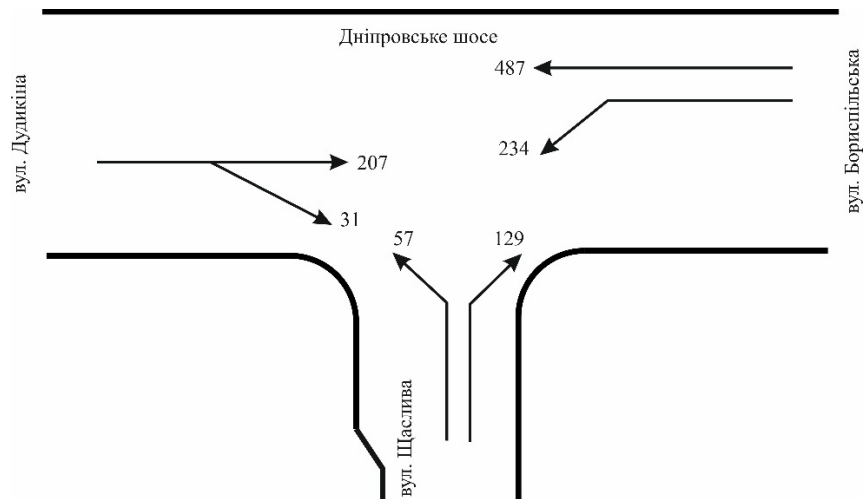


Рисунок 1.17 – Приведені об’єми руху (з 7:00 до 8:00)

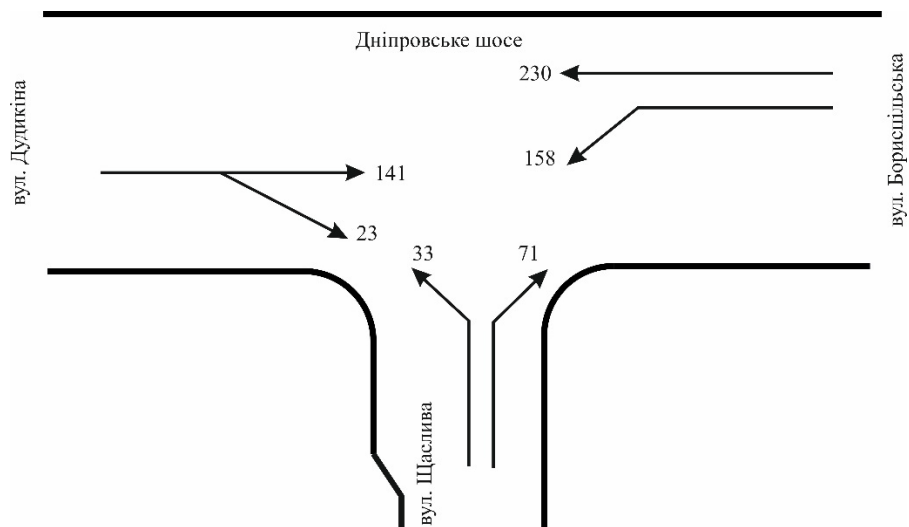


Рисунок 1.18 – Приведені об’єми руху (з 13:00 до 14:00)

Загальний об’єм руху автомобільних транспортних засобів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою становить понад 1300 одиниць за годину в вечірні пікові години.

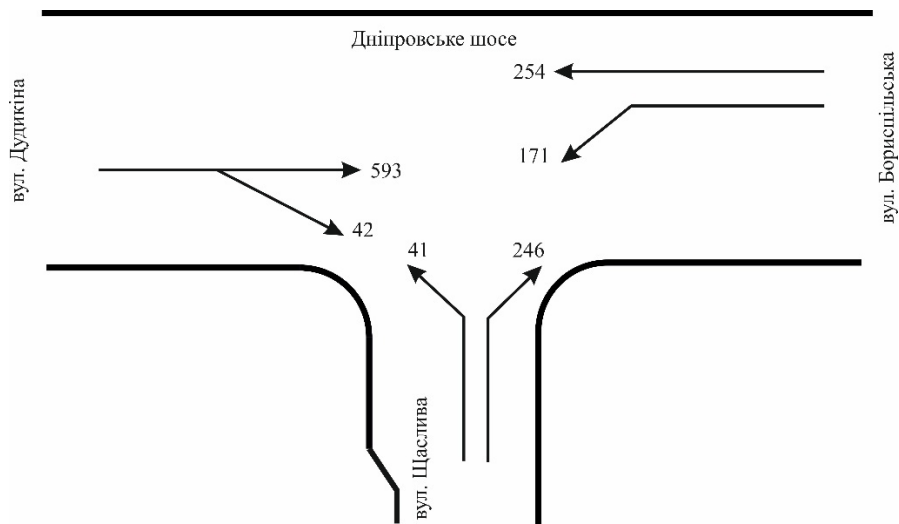


Рисунок 1.19 – Приведені об'єми руху (з 17:00 до 18:00)

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 1.20 наданий склад транспортного потоку на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.

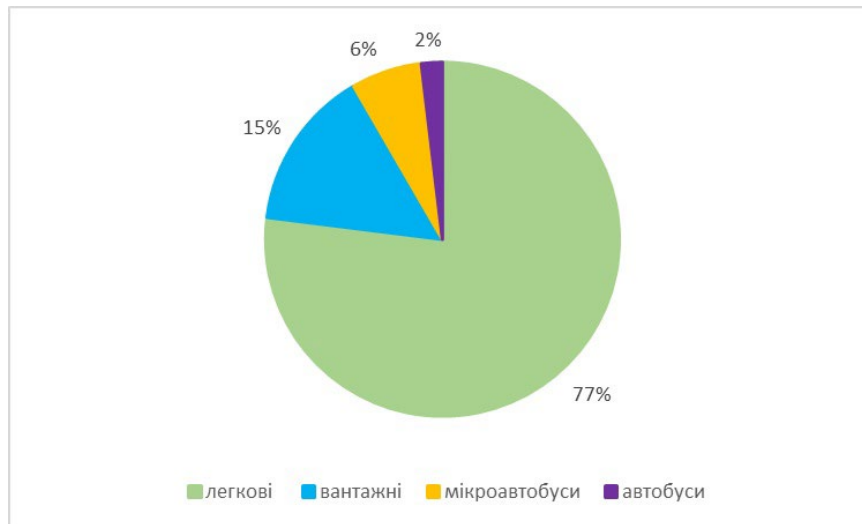


Рисунок 1.20 – Склад автомобільних транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

З рисунку 1.20 можна зробити висновок, що на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою наявний неоднорідний транспортний потік – частка легкових автомобілів в потоці складає в вечірні пікові години 77 %.

1.4.3 Дослідження швидкості руху транспорту

Регламентація 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 Щасливою 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 кожного напрямку.

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

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

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі	Частість	Накопичена частість
< 30	15	5	0,05	0,05
30-35	32,5	12	0,12	0,17
35-40	37,5	19	0,19	0,36
40-45	42,5	25	0,25	0,61
45-50	47,5	12	0,12	0,73
50-55	52,5	15	0,15	0,88
55-60	57,5	7	0,07	0,95
60-65	62,5	5	0,05	1

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

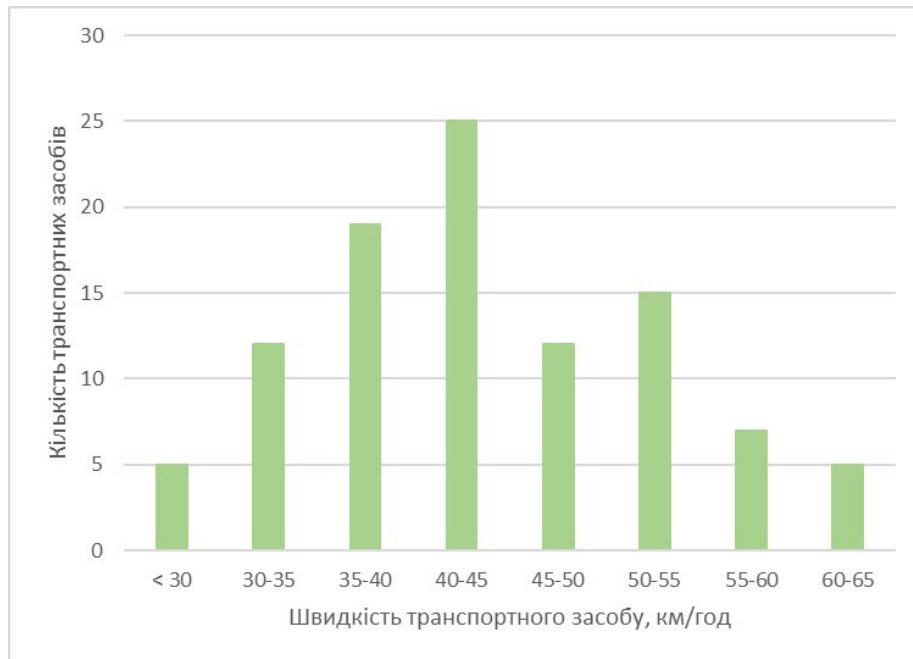


Рисунок 1.21 - Швидкості руху автомобілів
Дніпровським шосе з боку вулиці Бориспільської

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:

$$\bar{V} = \frac{3200}{70} = 45,71 \text{ км/год.}$$

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 Дудикіна.

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

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спостережень в інтервалі	Частість	Накопичена частість
< 30	15	5	0,05	0,05
30-35	32,5	8	0,08	0,13
35-40	37,5	14	0,14	0,27
40-45	42,5	22	0,22	0,49
45-50	47,5	23	0,23	0,72
50-55	52,5	17	0,17	0,89
55-60	57,5	11	0,11	1

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

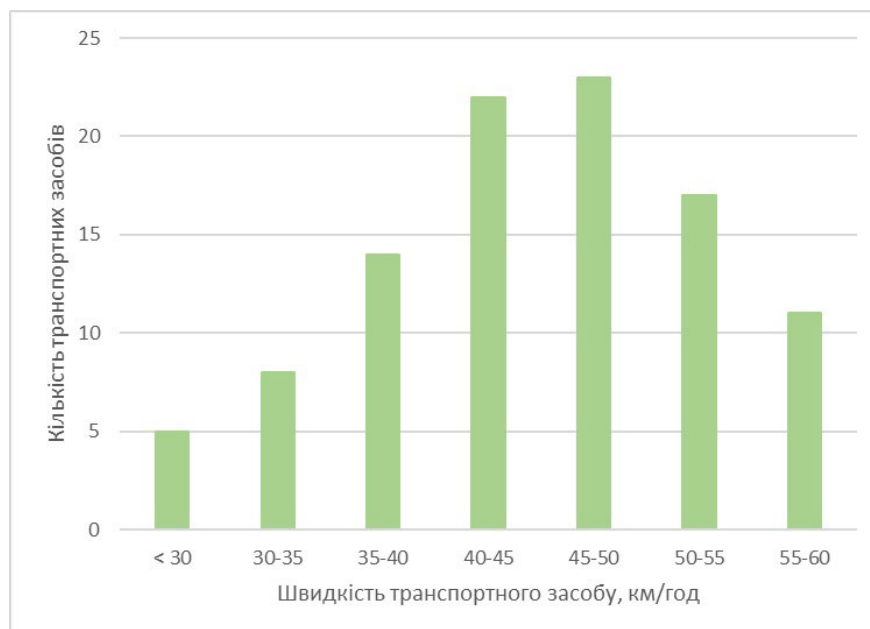


Рисунок 1.22 - Швидкості руху автомобілів Дніпровським шосе з боку вулиці Дудикіна

Середня швидкість руху автомобілів Дніпровським шосе з боку вулиці Дудикіна:

$$\bar{V} = \frac{2950}{70} = 42,14 \text{ км/год.}$$

В таблиці 1.7 наведені результати спостережень швидкості по вулиці Щасливій.

Таблиця 1.7 – Обробка результатів спостережень швидкості по вулиці Щасливій

Швидкість, км/год	Середня швидкість інтервалу	Кількість спосте- режень в інтер- валі	Частість	Накопичена частість
< 30	15	21	0,21	0,21
30-35	32,5	28	0,28	0,49
35-40	37,5	36	0,36	0,85
40-45	42,5	12	0,12	0,97
45-50	47,5	3	0,03	1

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

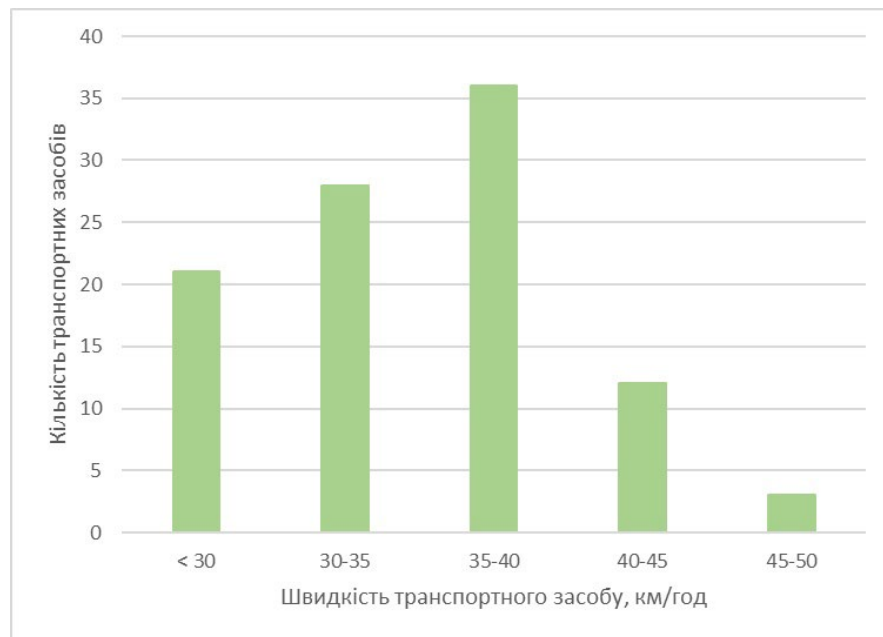


Рисунок 1.23 - Швидкості руху автомобілів вулицею Щасливою

Середня швидкість руху автомобілів вулицею Щасливою:

$$\bar{V} = \frac{2185}{70} = 31,21 \text{ км/год.}$$

Нижчі швидкості руху спостерігаються на підході до перехрестя з боку вулиці Щасливої. Це обумовлено неможливістю подальшого руху прямо та доволі стислими умовами руху. Через це автомобілі під'їжджають до перехрестя із дещо меншими швидкостями у порівнянні з двома підходами до перехрестя по Дніпровському шосе.

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

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 Щасливою наявні тротуари достатньої ширини для руху пішоходів повздовж проїжджої частини та пішохідні переходи для її перетину. Пішохідні переходи на перехресті мають світлофорне регулювання.

Так як перехрестя має близько розташовані об'єкти тяжіння пішохідних потоків (чисельні торгівельні центри, житлова забудова, зупинки маршрутного транспорту), то обсяги пішохідного руху на перехресті є доволі значними і коливаються в межах 200-350 піш/год. Для запобігання виходу пішоходів на проїжджу частину поза межами пішохідних переходів в районі перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою активно використовується периметральна пішохідна огорожа.

При дослідженні умов пішохідного руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою суттєвих недоліків виявлено не було.

1.6 Розрахунок пропускних спроможностей перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, то розраховується пропускна спроможність окремо для кожної смуги руху [4]:

$$N_n = \frac{3600(t_3 - t_a)}{t_n T_{\text{ц}}} \quad (1.4)$$

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

$T_{\text{ц}}$ – 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. 1.16) пропускні спроможності перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою складають:

Для напрямку 1: $N_n = \frac{3600(20-1)}{3.72} = 316$ авт/год.

Для напрямку 2: $N_n = \frac{3600(36-1)}{3.72} = 583$ авт/год.

Для напрямку 3: $N_n = \frac{3600(18-1)}{3.72} = 283$ авт/год.

Для напрямку 4: $N_n = \frac{3600(34-1)}{3.72} = 550$ авт/год.

Для напрямку 5: $N_n = \frac{3600(16-1)}{3.72} = 250$ авт/год.

Щоб зробити аналіз відповідності пропускної спроможності перехрестя із наявними обсягами руху, потрібно їх порівняти, що зроблено в таблицях 1.8-1.10 по кожному часовому проміжку дослідження.

Таблиця 1.8 – 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	316	81	відповідає
1	2	316	157	відповідає
2	1	583	487	відповідає
3	2	283	57	відповідає
4	1	550	129	відповідає
5	2	250	234	відповідає

Таблиця 1.9 – 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	316	73	відповідає
1	2	316	91	відповідає
2	1	583	230	відповідає
3	2	283	33	відповідає
4	1	550	71	відповідає
5	2	250	158	відповідає

Таблиця 1.10 – 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	316	292	відповідає
1	2	316	343	не відповідає
2	1	583	254	відповідає
3	2	283	41	відповідає
4	1	550	246	відповідає
5	2	250	171	відповідає

Порівняння об'ємів руху із пропускною спроможністю перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою дозволяє стверджувати, що на перехресті немає проблем із чергами автомобільного транспорту і пропускної спроможності перехрестя майже достатньо для пропуску транспортних потоків на протязі всієї доби за виключенням 1 напрямку (на під'їзді до перехрестя Дніпровським шосе з боку вулиці Дудикіна) у вечірні пікові години. Це підтверджують й звичайні натурні спостереження

1.7 Формулювання завдань для вирішення в магістерській роботі

При дослідженні перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, 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;

- значну кількість ДТП на відносно нескладному перехресті;
- наявність значних коливань обсягів руху автомобільних транспортних потоків на протязі доби і неврахування цих коливань в світлофорних режимах управління рухом на перехресті;
- складність виконання повороту ліворуч при русі Дніпровським шосе від вулиці Бориспільської.

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 Щасливою

Під час досліджень умов руху автомобільних транспортних потоків та пішоходів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою пропонується розглянути виконання кількох заходів:

- а) каналізування руху транспортних потоків на перехресті, особливо при виконанні повороту ліворуч з Дніпровського шосе на вулицю Щасливу;
- б) усунення недоліків у використанні дорожніх знаків;
- в) використання дорожньої розмітки.

Для врахування добових коливань транспортних потоків 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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.

2.2 Удосконалення складових організації дорожнього руху

2.2.1 Підвищення безпеки руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою за допомогою каналізування

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 Щасливою спостерігається складність виконання лівоповоротного маневру з Дніпровського шосе на вулицю Щасливу. Вулиця Щаслива на підході до перехрестя має 3 смуги руху й заїзну кишень зупиночного пункту маршрутного пасажирського транспорту. Саме цим аспектом визначається доволі велика кількість зіткнень автомобільних транспортних засобів на перехресті. Каналізування лівоповоротного потоку дасть змогу значно підвищити загальний рівень безпеки на цьому перехресті.

Каналізування лівоповоротного потоку пропонується виконати з використанням дорожньої розмітки 1.7, приклад якої представлений на рисунку 2.1.

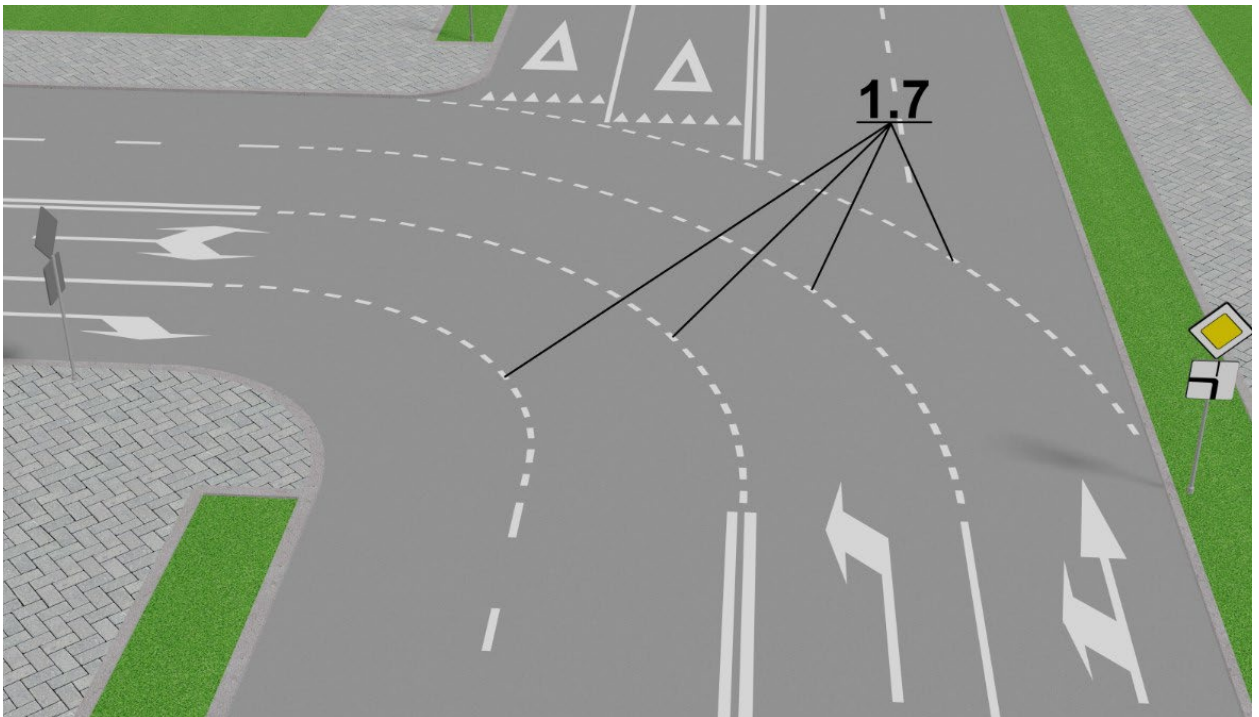


Рисунок 2.1 – Дорожня розмітка 1.7

Виконання каналізування руху за допомогою дорожньої розмітки показано на новій схемі організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою (див. рис 2.5)

2.2.2 Використання дорожніх знаків для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

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].

Описані у попередньому пункті проблеми виконання лівоповоротного маневру з Дніпровського шосе на вулицю Щасливо, а саме складність орієнтування водіїв після повороту на вулиці Щасливій стосовно розподілу смуг рух за їх напрямками в змозі вирішити використання дорожнього знаку 5.17.2 «Напрямок руху по смугах» (див. рис. 2.2)






Рисунок 2.2 – Дорожній знак 5.17.2 «Напрямок руху по смугах»

Дорожній знак 5.17.2 «Напрямок руху по смугах» призначений для використання саме на дорогах із трьома смугами у випадках, коли має місце нерівна кількість смуг за напрямками руху.

Також необхідно перенести два знаки 5.38.1(2), бо вони встановлені з порушеннями вимог [1].

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

Таблиця 2.1 – Дорожні знаки, які потрібно перенести та встановити

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість
Перенесення			
5.38.1	Пішохідний перехід		1
5.38.2	Пішохідний перехід		1
Встановлення			
5.17.2	Напрямок руху по смугах		1

Використання дорожніх знаків можливо побачити на новій схемі організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, яка наведена на рисунку 2.5

2.2.3 Використання дорожньої розмітки для управління рухом на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

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 Щасливою.

Таблиця 2.2 – Дорожня розмітка, яку потрібно нанести

№ розмітки	Вид розмітки	Кількість, м ²
1.1		8,3
1.3		5,2
1.5		3,7
1.6		2,1
1.7		4,6
1.12		25,5
1.14.1		84

2.3 Удосконалення роботи світлофорного об'єкту на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

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 замкнений, 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 забезпечують так зване адаптивне або гнучке управління [3].

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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 фазі регулювання, про які вже йшла мова в п. 1.2. Ніяких причин змінювати існуючу на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою схему пофазового роз'їзду немає. Вона залишається незмінною (див рис. 1.7).

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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, проведені дослідження показали відсутність значних затримок транспорту на ньому через наявні режими роботи світлофорів окрім вечірніх годин, коли на підході до перехрестя Дніпровським шосе з боку вулиці Дудикіна трохи не вистачає пропускнуої спроможності. Однак на протязі доби на перехресті спостерігаються суттєві коливання об'ємів руху автомобільних транспортних засобів на певних напрямках. Так, вранці значно більше транспорту

рухається Дніпровським шосе від вулиці Бориспільської, а ввечері – навпаки – значно більший потік спостерігається в напрямку вулиці Бориспільської.

Для врахування цих коливань в режимах регулювання руху та вирішення питання недостатньої пропускної спроможності на одному з підходів до перехрестя у вечірні пікові години пропонується використовувати три програми регулювання, а саме в наступні години 6:00-10:00 (I програма), 10:00-15:00 (II програма), 15:00-19:00 (III програма), 19:00-22:00 (IV програма). II програма є міжпіковою.

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

2.3.2 Розрахунок режимів світлофорного регулювання на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

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]:

$$B_{ij} = B_{\text{стоп-світ}} + B_{\text{світ-пч}} + B_{\text{траєктор}}, \quad (2.1)$$

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);

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

В таблиці 2.3 наведена розрахована матриця конфліктів перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.

Таблиця 2.3 - Матриця конфліктів

Напрямок руху	1	2	3	4	5
1	-	0	9,2 м	16,5 м	-8,7 м
2	0	-	16,5 м	0	0
3	-4,7 м	-18,7 м	-	0	-7,5 м
4	-8,7	0	0	-	0
5	-15,4	0	-4,5	0	-

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

$$t_{\partial_i} = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{B_i + l_a}{V_k} \quad (2.2)$$

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]:

$$y_j^i = \frac{N_j^i}{M_j}, \quad (2.3)$$

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]:

$$Y = \sum y_{\max}^i. \quad (2.4)$$

Після цього потрібно розрахувати тривалість циклу регулювання [3]:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y}, \quad (2.5)$$

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

$$L_k = \sum_{j=1}^m (t_{oj} - 1). \quad (2.6)$$

Відповідно отримуємо розміри основних тактів [3]:

$$\bar{t}_3^m = \frac{\bar{y}^m}{\bar{Y}} (\bar{T} - \bar{L}) - 1, \quad (2.7)$$

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

Розрахунок коригуючих коефіцієнтів [3]:

$$k_1 = \frac{\frac{B}{V_n} + 5 - t_q^i}{t_3^i}, \quad (2.8)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i}, \quad (2.9)$$

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 – 2.6.

Таблиця 2.4 – Параметри режимів регулювання за програмою I

Такти	Фази	Час, с
проміжний	1 – 2	6
	2 – 3	6
	3 – 1	6
основний	1	19
	2	18
	3	18
Разом		73

Таблиця 2.5 - Параметри режимів регулювання за програмою II

Такти	Фази	Час, с
проміжний	1 – 2	6
	2 – 3	6
	3 – 1	6
основний	1	16
	2	14
	3	14
Разом		62

Таблиця 2.6 - Параметри режимів регулювання за програмою III

Такти	Фази	Час, с
проміжний	1 – 2	6
	2 – 3	6
	3 – 1	6
основний	1	22
	2	18
	3	18
Разом		76

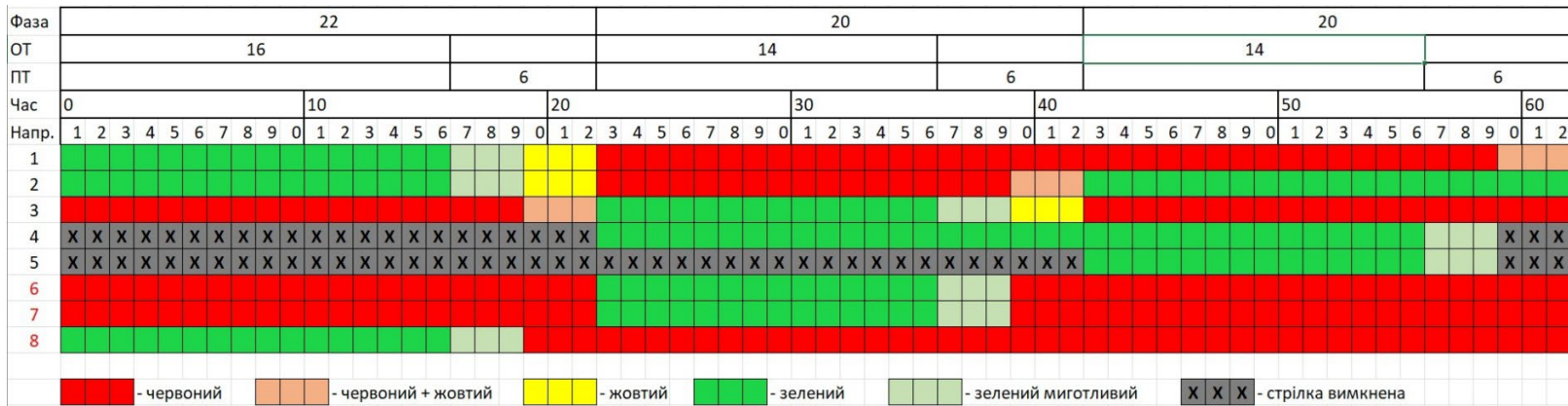


Рисунок 2.3 - Циклограма роботи світлофорів за програмою II

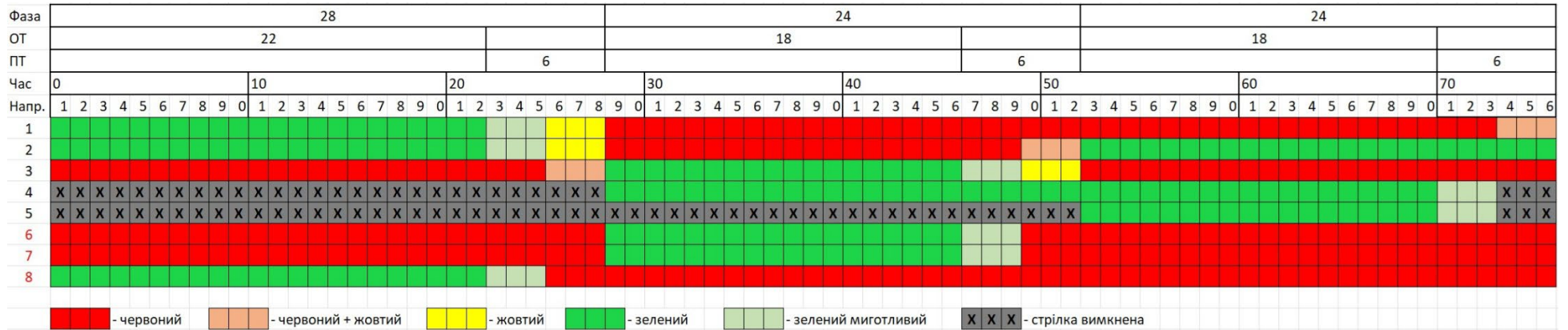


Рисунок 2.4 - Циклограма роботи світлофорів за програмою III

Дані таблиці 2.4 практично співпадають із існуючою циклограмою регулювання перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою (див. рис. 1.8). Тому її можна використати у якості програми I. Для програм II та III були складені нові циклограми, які наведені на рисунках 2.3, 2.4.

2.4 Удосконалення схеми організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

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 2.5 представлена нова удосконалена схема організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.

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

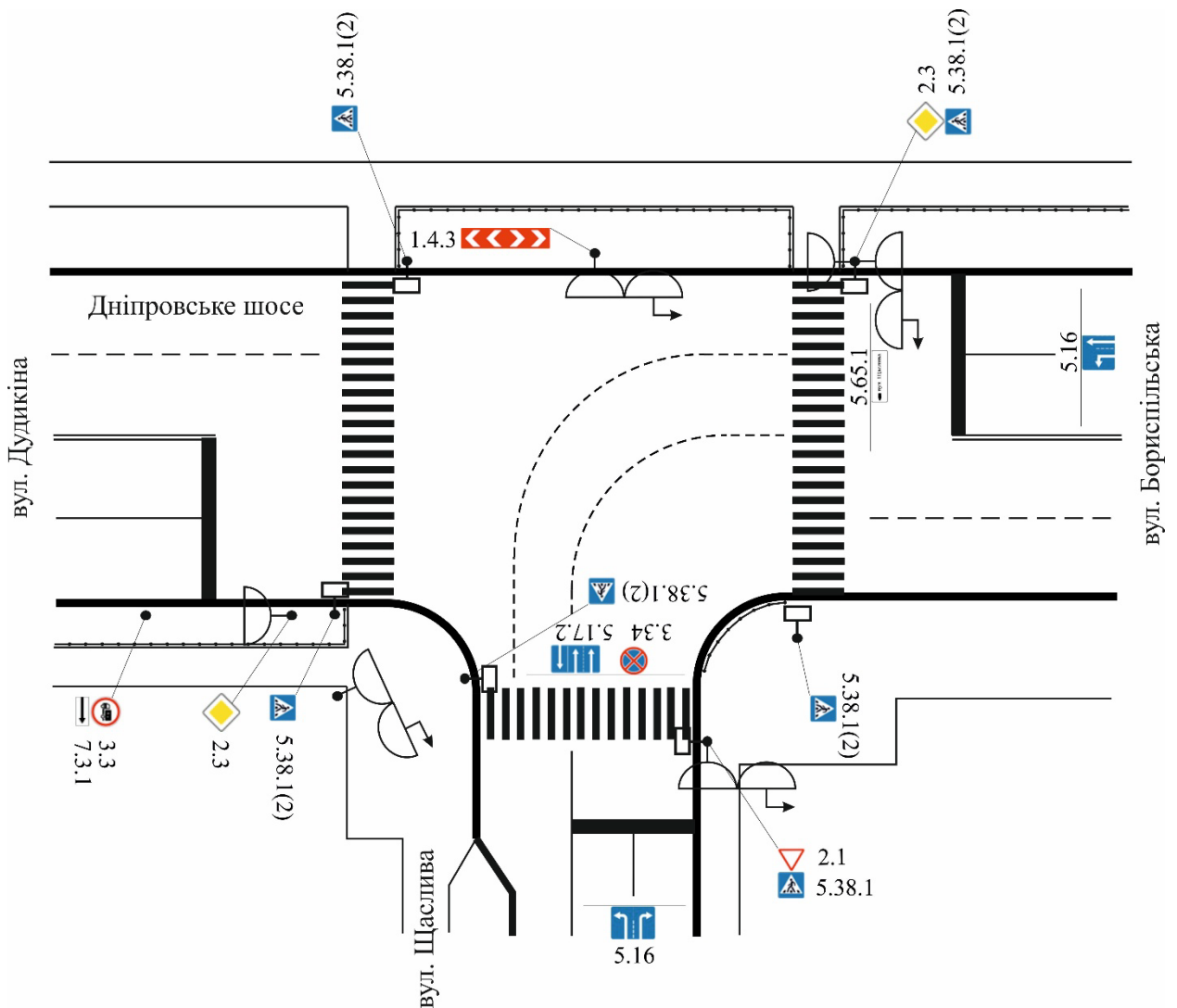


Рисунок 2.5 – Оновлена схема організації дорожнього руху на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

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

- встановлення додаткового й перенесення двох існуючих дорожніх знаків;
- нанесення відповідної дорожньої розмітки;
- встановлення нового контролеру для керування світлофорним об'єктом для реалізації 3-хпрограминого управління.

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

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

де K_{zn} – розмір коштів для придбання дорожнього знаку й виконання робіт зі встановлення цього знаку та перенесення ще двох, грн;

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

Кошти для придбання дорожнього знаку й виконання робіт зі встановлення та перенесення знаків можливо визначити наступним чином, грн:

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

де C_{zn} – кошти на придбання дорожнього знаку, грн.;

$C_{вст.зн}$ – кошти на проведення робіт зі встановлення дорожнього знаку, грн.;

$C_{дем+мон}$ – кошти на перенесення дорожніх знаків, грн.

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

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

№ знаку	Назва знаку	Вид знаку	Кількість	Ціна одного знаку	Вартість роботи
Перенесення					
5.38.1	Пішохідний перехід		1		258
5.38.2	Пішохідний перехід		1		258
Встановлення					
5.17.2	Напрямок руху по смугах		1	1680	1680
	Всього		1		1680

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

$$C_{вст.зн} = C_{1зн} \cdot N_{зн} , \quad (3.3)$$

де $C_{1зн}$ – кошти на встановлення одиниці дорожнього знаку;

$N_{зн}$ – кількість знаків певного типу.

$$C_{вст.зн} = 184 \cdot 1 = 184 \text{ грн.}$$

$$K_{зн} = 1680 + 184 + 2 \cdot 258 = 2380 \text{ грн.}$$

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

$$K_{\text{конт}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{вст}}, \quad (3.4)$$

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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою планується використання трьох 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:

$$K = 2380 + 295960 = 298340 \text{ грн.}$$

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

$$C_{\text{експл}} = C_{\text{р}} + C_{\text{а}}, \quad (3.5)$$

де $C_{\text{р}}$ – 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]:

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

де K_b – вартість дорожніх знаків та дорожнього контролеру, грн.;
 n_p – нормативне значення відрахувань, %.

$$C_p = \frac{298340 \cdot 5}{100} = 14917 \text{ грн.}$$

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

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

де n_a – нормативне значення відрахувань, %.








$$C_a = \frac{298340 \cdot 24}{100} = 71602 \text{ грн.}$$

Розмір коштів на експлуатацію засобів організації дорожнього руху:

$$C_{\text{експл}} = 14917 + 71602 = 86519 \text{ грн.}$$

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		8,3	354	2938
1.3		5,2		1841
1.5		3,7		1310
1.6		2,1		743
1.7		4,6		1628
1.12		25,5		9027
1.14.1		84		29736
Всього		133,4		47224

Розмір коштів, які складають поточні витрати:

$$C_{\text{поточ}} = 86519 + 47224 = 133743 \text{ грн.}$$

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. [3]:

$$E = (C_{\text{тр}}^p - C_{\text{тр}}^{\text{нр}}) + \Delta C_{\text{дтп}} - C_{\text{ном}} \quad , \quad (3.8)$$

де $C_{\text{тр}}^p, C_{\text{тр}}^{\text{нр}}$ – гроші, які втрачені через затримки транспортних потоків до виконання заходів та після, грн.;

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

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

$$C_{\text{тр}} = S \cdot Z, \quad (3.9)$$

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
9661	8208

Склад транспортних потоків на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою зазначено на рис. 1.20.

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

$$C_{mp}^p = (0,77 \cdot 340 + 0,15 \cdot 650 + 0,06 \cdot 600 + 0,02 \cdot 1380) \cdot 9661 = 4085637 \text{ грн.}$$

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

$$C_{mp}^p = (0,77 \cdot 340 + 0,15 \cdot 650 + 0,06 \cdot 600 + 0,02 \cdot 1380) \cdot 8208 = 3471164 \text{ грн.}$$

На перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою за останні три роки було скоєно 38 ДТП, в яких 4 людини загинуло й 9 отримали поранення різної тяжкості. Гроші, які втрачаються від ДТП за рік можливо розрахувати наступним чином, грн. [3]:

$$C_{ДТП}^{існ} = \frac{K_з \cdot Ц_з + K_п \cdot Ц_п + K_м \cdot Ц_м}{3}, \quad (3.10)$$

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:

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

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}} = \frac{4 \cdot 500000 + 9 \cdot 250000 + 25 \cdot 130000}{3} = 2500000 \text{ грн.}$$

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
каналізування руху на перехресті	0,41
встановлення дорожніх знаків	0,15
наведення дорожньої розмітки на перехресті	0,23

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

$$\Delta k = 1 - (1 - k_1)(1 - k_2)(1 - k_3) \dots (1 - k_n), \quad (3.11)$$

$$\Delta k = 1 - (1 - 0,41)(1 - 0,15)(1 - 0,23) = 0,614.$$

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

$$\Delta C_{\text{ДТП}} = \Delta k \cdot C_{\text{ДТП}}^{\text{існ}}. \quad (3.12)$$

$$\Delta C_{\text{дтп}} = 0,614 \cdot 2500000 = 1535000 \text{ грн.}$$

Очікувана економія коштів:

$$E = (4085637 - 3471164) + 1535000 - 133743 = 2015730 \text{ грн.}$$

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

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

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 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок чистого дисконтованого прибутку

Рік t	Економія, грн	Запозичені кошти, грн	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований прибуток
0	2015730	298340	1	1717390
1	1914943	-	0,8065	1544402
2	1819196	-	0,6504	1183205
3	1728236	-	0,5245	906460
Всього				5351456

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.	-	298340
2. Кошти, втрачені від ДТП, грн.	2500000	965000
3. Економія втрати коштів від ДТП, грн.	-	1535000
4. Кошти поточних витрат, грн.	-	133743
5. Загальна економія коштів за рік, грн.	-	2015730
6. Чистий дисконтований прибуток, грн.	-	5351456
7. Строк окупності запозичених коштів, років	-	1

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

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 Дніпровського шосе із вулицею Щасливою.

Перехрестя Дніпровського шосе із вулицею Щасливою 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 Щасливою, 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 запропоновано каналізування транспортних потоків за допомогою дорожньої розмітки. Особлива увага в цьому сенсі приділена лівоповоротному потоку з Дніпровського шосе на вулицю Щасливу. Передбачено перенесення двох дорожніх знаків та встановлення одного нового.

Для зниження транспортних затримок розраховано три програми роботи світлофорів на перехресті Дніпровського шосе із вулицею Щасливою, які будуть відповідати наявним об'ємам руху.

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

Економічні розрахунки підтвердили доцільність прийнятих рішень, при реалізації яких річна економія складе більше 2 млн. 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: 11.09.2024).
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: 14.09.2024).
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. Правила дорожнього руху України 2024. URL: <https://vodiy.ua/pdr/> (дата звернення: 10.10.2024).
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: 12.10.2024).
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: 15.10.2024).

ДОДАТОК А

Заходи по забезпеченню безпеки

Рівні електромагнітного випромінювання 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.

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 і 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».

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.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

У виробничих приміщеннях, на робочих місцях з комп'ютерною технікою забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості переміщення повітря, для легких робіт

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.

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.

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 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)	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 ГНС-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 $X_{визн}$ 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 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 – $X_{cm} = X_i = 4$;

- 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 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 цивільного захисту

При оцінці умов зберігання запасів матеріальних засобів важливо встановити можливість надійного і розосередженого зберігання їх безпосередньо на об'єкті та у заміській зоні, а також стан і стійкість складських приміщень. При цьому слід ураховувати, що безпосередньо на об'єкті можуть зберігатися ті види сировини та матеріалів, які мало піддані впливу вражаючих факторів зброї масового ураження (важкі металеві вироби та заготовки, залізобетонні блоки і конструкції, концентрати руд та кам'яне вугілля). Види сировини і матеріалів, що не мають такої властивостями, повинні зберігатися в основному в заміській зоні. На об'єкті може втримуватися тільки мінімально необхідна кількість цих матеріалів для забезпечення безперервного виробничого процесу.

Самий надійний спосіб зберігання резервів - розміщення їх під землею в пристосованих для цих цілей гірських виробленнях, у природніх порожнинах та в спеціально побудованих підземних сховищах.

При оцінці умов зберігання готової продукції і системи поставки її споживачам устанавлюється, яка кількість готової продукції може виявитися на підприємстві в момент нанесення удару та можливість відправлення її споживачам. Вивчається стійкість існуючих і намічуваних на особливий період транспортних зв'язків зі споживачами.

При оцінці надійності існуючих і намічуваних на особливий період виробничих зв'язків ураховується стійкість підприємств-постачальників і транспортних зв'язків з ними. Це питання повинно вирішуватися разом з підприємствами-постачальниками та транспортними організаціями. При цьому виявляються найбільш уразливі місця транспортних комунікацій, можливості встановлення запасних маршрутів, а також можливість заміни одного виду

транспорту іншим. Наприклад, залізничного - водним або автомобільним і на-впаки.

На основі аналізу характеристик автомобільного парку, залізничного хазяйства, гаражів, ремонтної бази, акумуляторного хазяйства, складів пально-мастильних матеріалів і заправних пунктів, а також засобів механізації підйомних і вантажно-розвантажувальних робіт визначаються транспортні можливості підприємств для виробничих перевезень.

Заходи з пожежної безпеки

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії що обладнане ПК має площу 34 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 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 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 перевищує 10 м.